ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ НА ПЛОТНОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ СОСТОЯНИЙ $Si-SiO_2$ СТРУКТУР

И.Н.Каримов, М.З.Насиров, М.Эргашева

$Si-SiO_2$ структураларнинг сиртий ҳолатлар зичлигига нурланиш таъсири тадқиқ қилинди. Яримўтказгичнинг тақиқланган зонаси бўйича N_{ss}нинг ўзгариши кўрсатилган.

***Калит сўзлар**: МДП структура, яримўтказгич, сиртий ҳолатлар зичлиги, γ-нурланиш.*

Исследовано влияние облучения на плотность поверхностных состояний $Si-SiO_2$ структур. Показано изменение N_{ss} по ширине запрещенной зоны полупроводника.

***Ключевые слова**: МДП структура, полупроводник, плотность поверхностных состояний, γ-облучение.*

In this article the author studied the influence of an irradiation on density of superficial condition of $Si-SiO_2$ structures is investigated. The change N_{ss} on width of the forbidden zone of the semiconductor is shown.

***Key words**: МДП structure, semiconductor, density of superficial condition, γ-irradiation.*

Влияние облучения на электрофизические свойства структуры металл-диэлектрик-полупроводник (МДП) вызывает особый интерес исследователей к изучению плотности поверхностных состояний (N_{ss})- основному параметру МДП структур. Это связано с тем, что структуры МДП и приборы на их основе являются основным элементом современной микроэлектроники и облучение в основном ухудшает параметры этих приборов. Плотность поверхностных состояний изучаемых структур определяли при помощи высокочастотного вольт-фарадного (C-V) метода, основанного на измерении ёмкости структур МДП.

Исследуемые МДП структуры облучались γ-квантами от источника ^{60}Co дозами 10^4, 10^5 и 10^6 рад (Si). После каждой дозы облучения измеряли высокочастотные C-V характеристики (рис. 1). Как видно из приведенных зависимостей, облучение γ-квантами вызывает сдвиг C-V характеристики в сторону отрицательных напряжений. Это означает, что облучение приводит к образованию положительного заряда на границе раздела $Si-SiO_2$. Увеличение дозы облучения еще больше способствует образованию положительного заряда.

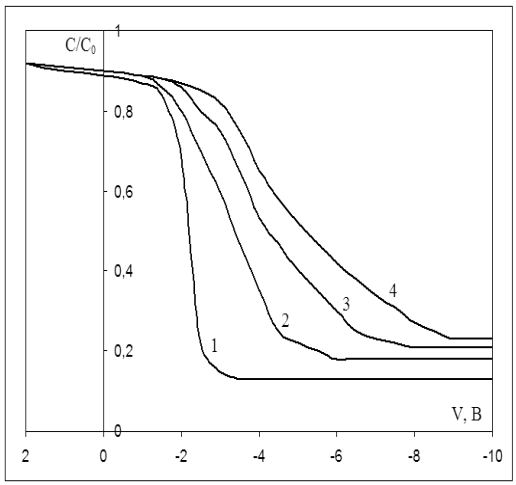

Рис. 1. Высокочастотные C-V зависимости Si-SiO_2 структур, облученных γ-квантами. 1- до облучения, 2- после облучения дозой 10^4 рад (Si), 3- после облучения дозой 10^5 рад (Si), 2- после облучения дозой 10^6 рад (Si),

На следующем рисунке 2 приведено изменение распределения плотности поверхностных состояний по ширине запрещенной зоны полупроводника вышеуказанных образцов после облучения γ-квантами. Видно, что для необлученных образцов распределение N_{ss}по ширине запрещенной зоны полупроводника имеет U-образный характер. Облучение дозой 10^4 рад (Si) исследуемых структур приводит к общему возрастанию N_{ss}. Облучение при дозе 10^5 рад (Si) приводит к появлению пиков N_{ss}при значении энергии 0,4 эВ от зоны проводимости. Увеличение дозы до10^6 рад (Si) приводит к появлению новых пиков при энергиях E_c-0,2 эВ, E_c-0,32 эВ,E_c-0,6 эВ и исчезновению пика при E_c-0,4 эВ.

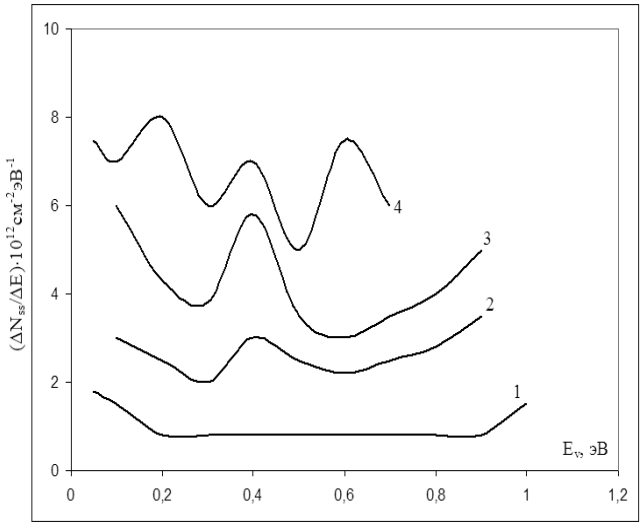

Рис.2. Изменения Nss по ширине запрещенной зоны кремния Si-SiO_2 структур. 1- для контрольных структур, 2-для структур после облучения дозой 10^4 рад (Si), 3- после облучения дозой 10^5 рад (Si), 2- после облучения дозой 10^6 рад (Si).

Таким образом, облучение γ-квантами приводит к появлению неоднородностей в виде пиков в спектреN_{ss} по ширине запрещенной зоны полупроводника при значениях энергии E_c-0,2 эВ,E_c-0,32 эВи E_c-0,6 эВ.

Известно [1, 2], что облучение приводит к возрастанию положительного заряда в окисном слое и увеличению заряда на поверхностных состояниях, локализованных на границе раздела Si-SiO_2. Также известно, что общая емкость МДП структуры может быть обусловлена слоем объемного заряда в полупроводнике и поверхностными состояниями. Суммарная концентрация глубоких центров в объеме кремния, создаваемая облучением γ-квантами не превышает $N_v=5\cdot10^{11}см^{-3}$ [3]. При таком значении концентрации перезаряжение этих центров не может привести к значительному изменению емкости слоя объемного заряда. Также, при указанных дозах облучения удельное сопротивление полупроводниковой подложки не меняется.

Из приведенных данных следует, что основной вклад в увеличение емкости МДП структур после облучения γ-квантами дают поверхностные состояния, локализованные на границе раздела Si-SiO_2.

Экспериментальные данные по измерению распределения N_{ss}по ширине запрещенной зоны и характер его изменения от дозы облучения характеризует возможное существование механизма образования поверхностных состояний, отличающегося от существующих механизмов [1, 2].

Учитывая, что на поверхности полупроводников помимо изолированных точечных дефектов могут существовать и скопления дефектов типа вакансионных и примесных кластеров, образованных при обработке кристаллов [5], полученные экспериментальные результаты можно интерпретировать как проявление таких состояний. Так как данные кластеры включения различаются размерами, химическим составом и структурой, то им присуща разная энергия образования.

При воздействии радиации с энергией, соответствующей энергии образования указанных скоплений, последние могут распадаться и взаимодействие продуктов распада (отдельные атомы, вакансия) с поверхностными дефектами [6] приводит к образованию новых дефектов, которые появляются в виде пиков на фоне однородного распределения N_{ss}по ширине запрещенной зоны кремния.

Литература:

1. KooiE.//Phill.Res.Rep. 1986, V21, №5, p.447.
2. Goetzberger A., Heine V., Nicollian//App.Phys.Lett., 1988, V12, p.75/
3. Берман А.С. Емкостные методы исследования полупроводников.- Л.:Наука, 1972.- 102 с.
4. Киблик В.Я., Литвинов Р.О., Литовченко В.Г., Литовченко Н.И.// Укр.физ.журн., 1997, т.22, вкп.7, с.1097.
5. Фистуль В.И., Петровский В.И., Рыльтова Н.С,//Гринштейн П.М.// ФТП, 1079, т.13, вып.7, с.1402.
6. Гурский Л.И., Румак В., Куксо В.В. Зарядовое свойство МДП структур.- Минск: Наука и Техника, 1980.

Андижон давлат университети,
Наманган давлат университети
2017 йил 5 июнда қабул қилинган
(Тақризчи: проф. С.Зайнобидинов)