

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДВИЖНОГО ЗАРЯДА В СЛОЕ SiO₂ В МДП СТРУКТУРАХ

И.Каримов, М.Насиров, В.Абдуазимов, Л.Мадумарова, М.Эргашева²

Андижанский госуниверситет,

Наманганский госуниверситет²

Ключевые слова: МДП структура, γ -облучение, выращивание, подвижной заряд, диэлектрик, тангенс угла.

В данной работе, в целях изучения подвижного заряда в слое окисла МДП структур проводилась их термополяризация в электрическом поле при различных температурах. Показано, что на таких структурах до облучения γ -квантами не отмечалось появление подвижного заряда и выращивание двуокиси кремния в хлоросодержащей среде приводит к стабилизации диэлектрических свойств окисла после γ -облучения.

Key words: MDP structure, γ -radiation, cultivation, mobile charge, dielectric, tangens of angle.

In this work with the purposes of study of a mobile charge in a layer of oxide of the MDP structures was spent them termopolarization in an electrical field at various temperatures. Is shown, that on such structures up to an irradiation of quanta the occurrence of a mobile charge was not marked and the cultivation of silicon oxide in The contents of chlorine to environment results in stabilization of dielectrical properties of oxide after an γ -radiation.

Калит сўзлар: МДП структура, γ -нурланиш, ўстириш, ҳаракатланувчи заряд, диэлектрик, бурчак тангенси.

Ушбу ишда, МДЯ структураларнинг оксид қатламида ҳаракатланувчи зарядни ўрганиш учун уларни турли температураларда электр майдонида термокутблаш олиб борилди. Бундай структураларда γ -квантлар билан нурлантиргунча ҳаракатланувчи зарядлар бўлмаслиги ва γ -нурланишдан сўнг хлорли мухитда ўстириш оксиднинг диэлектрик хоссаларини стабиллаштириши кўрсатилди.

Влияние ионизирующего излучения на структуры металл-диэлектрик-полупроводник (МДП) вызывает определенный интерес к исследованию ряда их параметров.

Это обусловлено тем, что МДП структуры и его двуокиси, находят широкое применение при изготовлении полупроводниковых приборов, а ионизирующее излучение в основном ухудшает параметры этих приборов.

В данной работе, в целях изучения подвижного заряда в слое окисла МДП структур проводилась их термополяризация в электрическом поле 10^6 В/см при температурах 100-300°C. Как оказалось на таких структурах до облучения γ -квантами не отмечалось появление подвижного заряда (т.е. не было сдвига на C-V кривых). Следовательно, хлорное выращивание

достаточно хорошо стабилизирует свойства окисла. Однако, облучение γ -квантами снижало термополевую стабильность такого окисла, что выражалось в появлении подвижного заряда в окисле. Все это стимулировало исследование влияние γ -облучения непосредственно на диэлектрические свойства окисла стабилизированного хлором.

Как известно, диэлектрические свойств материала исследуется обычно с помощью измерения температурных и частотных свойств тангенс угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости. Также используются методы температурной зависимости температурного коэффициента диэлектрической проницаемости - $TК\epsilon$, являющегося характеристикой степени упорядоченности материала при повышенных температурах, а именно, если $TК\epsilon > 0$, то величина энтропии $S > 0$, при поляризации диэлектрика степень упорядоченности понижается, а если $TК\epsilon < 0$ то и $S < 0$, то поляризации диэлектрика с повышении температуры происходит с повышением упорядоченности материала ($TК\epsilon = \frac{1}{\epsilon} \frac{d\epsilon}{dT}$).

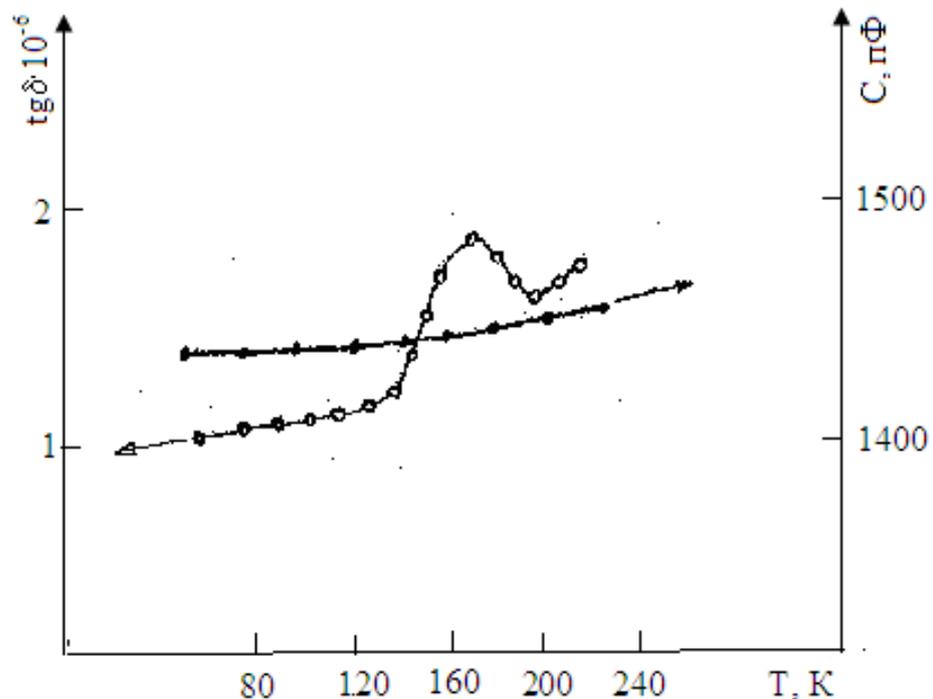


Рис. 1. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь и емкости двуокиси кремния МДП структуры, выращенной в хлоро содержащей среде и не подвергнутой γ -облучению.

Как показали результаты, при измерении $\text{tg}\delta$ двуокиси кремния выращенного в присутствии хлора до облучения (рис. 1) отмечается слабая температурная зависимость до 140 К и в области 180-200 К релаксационный максимум, смещающийся с понижением частоты в область низких температур, при этом ёмкость диэлектрика почти не зависима от температуры, т.е. $\text{TK}\epsilon = 0$, что характерно для хороших диэлектриков.

После облучения образцов дозой в 10^6 рад. на зависимость $\text{tg}\delta$ от Т наблюдались 2 релаксационных максимума (рис. 2), один в области температур 120 К и по высоте небольшой, а другой в области 220 К с большой величиной. Соответственно ёмкость двуокиси кремния с повышением Т увеличивалась, а $\text{TK}\epsilon$ вначале резко уменьшался, достигал насыщения, а потом возрастал, т.е. повышение температуры в какой-то степени приводило к большому упорядочению материала.

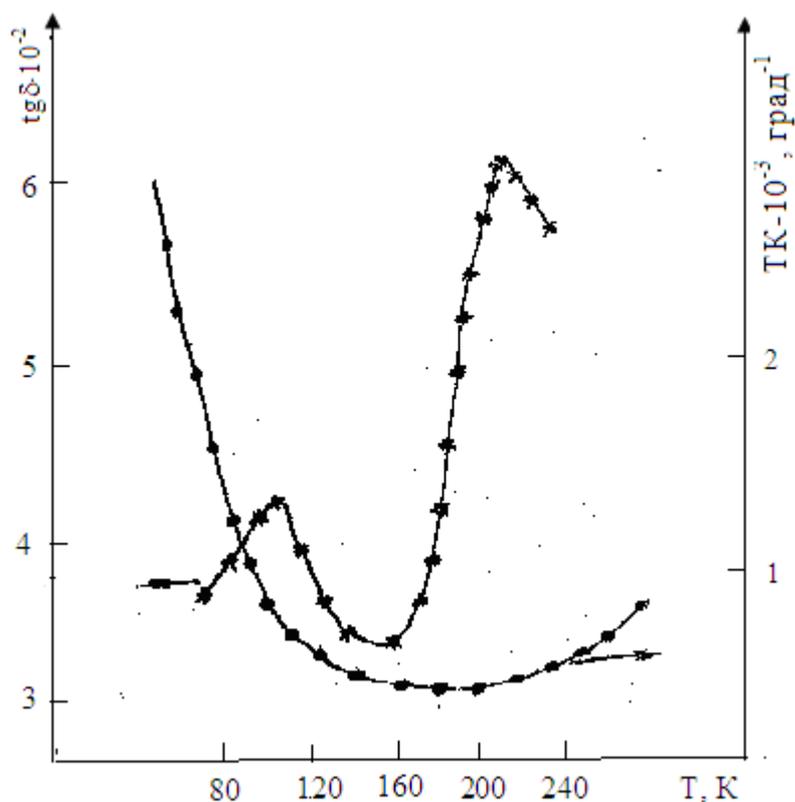


Рис. 2 Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь и температурного коэффициента диэлектрической проницаемости двуокиси кремния МДП структуры, выращенной в хлоро содержащей среде и подвергнутой γ -облучению дозой 10^6 рад.

С целью выяснения роли хлора в стабилизации диэлектрических свойств двуокиси кремния мы привели аналогичные измерения на образцах, у которых пленка SiO_2 выращивалась без хлорной пассивации. Оказалось, что до облучения у таких структур $\text{tg}\delta$ с T возрастает как бы по закону сквозных потерь (рис.3), может быть при более высоких T и будет наблюдаться релаксационный максимум. Однако в указанном интервале температуры максимума не наблюдалось. Емкость резко возрастает, так, что $T\epsilon$ также структуры, с повышением температуры растет, но при некоторой температуре достигает насыщения (рис.2), т.е. с повышением температуры степень разупорядочения диэлектрического материала увеличивается.

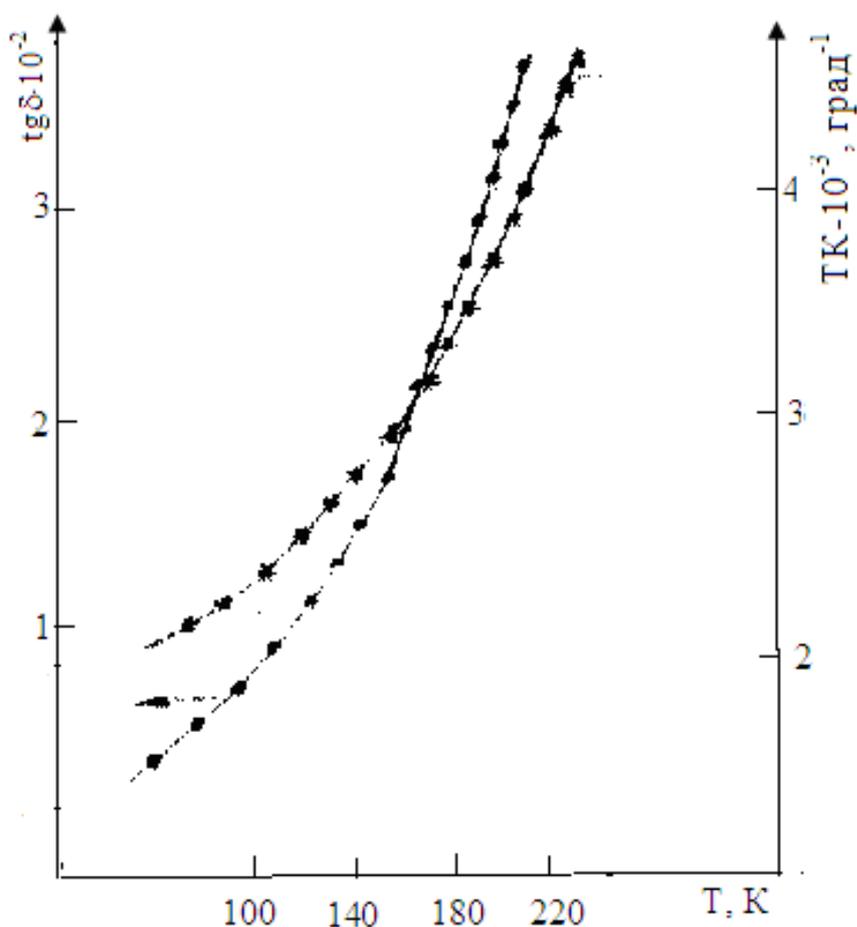


Рис. 3. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь и температурного коэффициента диэлектрической проницаемости, термически выращенной двуокиси кремния МДП структуры, выращенной без присутствия хлора.

Облучение таких пленок SiO_2 дозой 10^6 рад. приводило к резкому ухудшению всех диэлектрических параметров, так что невозможно было проводить измерения.

Таким образом, выращивание двуокиси кремния в хлоросодержащей среде приводит к стабилизации диэлектрических свойств окисла после γ -облучения. Итак, из проведенных исследований можно предположить что пленка двуокиси кремния, выращенная без хлора, имеет различного рода дефекты и, видимо, ионы щелочных металлов, способствующие большим значениям $\text{tg}\delta$ и $\text{TK}\epsilon$ и их сильной зависимости от температуры.

Введение хлора в окисляющую среду способствует как бы «залечиванию» таких дефектных мест путем связывания возможных кислородных и кремниевых вакансий и образованием Si-Cl и Si-O-Cl связей, что проявляется в довольно слабой зависимости $\text{tg}\delta$ и $\text{TK}\epsilon$ от температуры.

Облучение γ -квантами дозой 10^6 рад как бы расшатывает эти связи, но все же не приводит к полному их разрыву. И на зависимости $\text{tg}\delta$ от T мы наблюдаем два релаксационных пика: первый с энергией активации ~ 0.1 эВ, а второй ~ 0.3 эВ. Известно, что энергия связи $\text{Si-O-Cl} \sim 2.7$ эВ меньше, чем Si-Cl (86 ккал/моль) или Si-Si (88 ккал/моль), поэтому мы предлагаем что максимум обусловлен Si-O-Cl связи, а второй Si-Cl или Si-Si . Причем стабилизирующее свойство Cl сказывается и на $\text{TK}\epsilon$, т.е. при таком связывании дефектов (или оторванных связей), хлором после γ -облучения, с увеличением температуры, для структуры энергетически выгодным будет такое состояние при котором степень упорядоченности структуры будет увеличиваться ($\text{TK}\epsilon$ уменьшается).

1. Гуртов В.А. Влияние ионизирующего излучения на свойства МДП приборов.//Обзоры по электронной технике. Сер.2. Полупроводниковые приборы. Вып.14, с.6, 1978.
2. Зайнабиддинов С.З., Власов С.И., Заугольникова Е.Г., Каримов И.Н., Далиева Х.С.Влияние γ -облучения на свойства МДП структур. – //ФТП, В4, с.727,1984.
3. Киблик В.Я., Литвинов Р.О., Литовченко В.Г., Литовченко Н.М.Влияние γ -облучения на генерационно - рекомбинационные характеристики МДП структур//Украинский физ.журнал, Т22, с.1097, 1977.