ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДВИЖНОГО ЗАРЯДА В СЛОЕ SIO_2 В МДП СТРУКТУРАХ

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

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

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

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 появления подвижного заряда и выращивание двуокиси кремния в хлоросодержащей среде приводит к стабилизации диэлектрических свойств окисла после γ-облучения.

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

In this work with the purposes of studying the mobile charge in a layer of oxide of the M*DS structures were spent their termopolarization in an electrical field at various temperatures. It is shown, that on such structures up to an irradiation of quantums 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.*

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

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°С. Как оказалось, на таких структурах до облучения γ-квантами не отмечалось появления 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 влияния γ-облучения непосредственно на диэлектрические свойства окисла, стабилизированного хлором.

Как известно, диэлектрические свойства материала исследуются обычно с помощью измере-

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

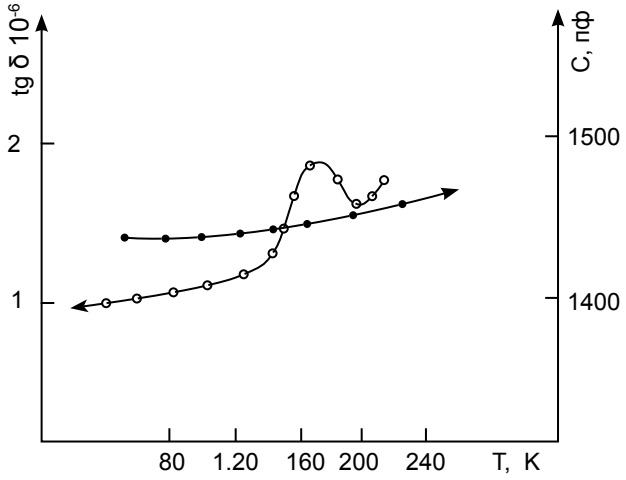

Рис. 1. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь и емкости двуокиси кремния МДП структуры, выращенной в хлородержащей среде и не подвергнутой γ-облучению.

Как показали результаты, при измерении tgδ 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. ТКε = 0, что характерно для хороших диэлектриков.

После облучения образцов дозой в 10^6 рад. на зависимость tgδ 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 ТКε вначале резко уменьшался, достигал насыщения, а потом возрастал, т.е. повышение температуры в какой-то степени приводило к большому упорядочению материала.

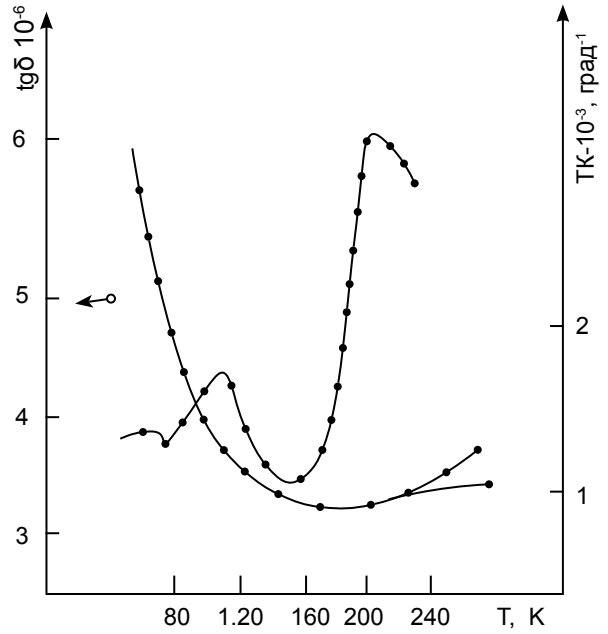

Рис. 2 Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь и температурного коэффициента диэлектрической проницаемости двуокиси кремния МДП структуры, выращенной в хлоро содержащей среде и подвергнутой γ-облучению дозой 10^6 рад.

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 tgδ с Т возрастает как бы по закону сквозных потерь (рис.3), может быть, при более высоких Т и будет наблюдаться релаксационный максимум. Однако, в указанном интервале температуры максимума не наблюдалось. Емкость резко возрастает, так что Tkε структуры, с повышением температуры растет, но при некоторой температуре достигает насыщения (рис.2), т.е. с повышением температуры степень разупорядочения диэлектрического материала увеличивается.

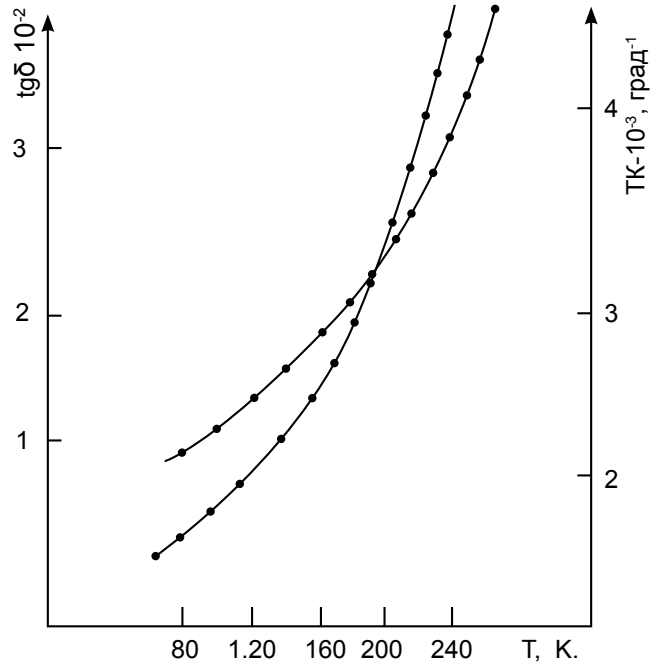

Рис. 3. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь и температурного коэффициента диэлектрической проницаемости, термически выращенной двуокиси кремния МДП структуры, выращенной без присутствия хлора.

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 tgδ и TKε 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 tgδ и TKε 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 tgδ от Т мы наблюдаем два релаксационных пика: первый с энергией активации ~0.1 эВ, а второй ~0.3 эВ. Известно, что энергия связи Si-O-Cl ~2.7 эВ меньше, чем Si-Cl (86 ккал/моль) или Si-Si (88 ккал/моль), поэтому мы предполагаем, что максимум обусловлен Si-O-Cl связи, а второй – Si-Cl или Si-Si. Причем стабилизирующее свойство Cl сказывается и на TKε, т.е. при таком связывании дефектов (или оторванных связей), хлором после γ-облучения, с увеличением температуры, для структуры энергетически выгодным будет такое состояние при которым степень упорядоченности структуры будет увеличиваться (TKε уменьшается).

Литература:

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.

Андижон давлат университети,
Наманган давлат университети.
2017 йил 20 январда қабул қилинган
(Тақризчи: проф. Р.Алиев)