

ВЛИЯНИЕ ПОЛЯРНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ*

Ю.В. Сахаров, А.Е. Субботина

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

Выявлены особенности влияния смены полярности приложенного к обкладкам тонкопленочных конденсаторов напряжения на изменение напряжения электрического пробоя. Установлена причина уменьшения напряжения первого пробоя тонкопленочного конденсатора при смене полярности приложенного напряжения. Данное уменьшение обусловлено сильным увеличением напряженности электрического поля в объеме диэлектрика за счет накопления на микроостриях электродов отрицательного объемного заряда, когда электрод был под отрицательным потенциалом. Данный эффект наблюдается в конденсаторных структурах $\text{Al-SiO}_2\text{-Al}$ и $\text{Al-TiO}_2\text{-Al}$, что позволяет предположить его универсальность и распространить на весь спектр диэлектрических пленок, используемых в микроэлектронике.

Ключевые слова: тонкопленочный конденсатор, пробой, радиус закругления микроострия, смена полярности приложенного напряжения.

Введение

Тонкие диэлектрические пленки в связи с развитием микроэлектроники получили самое широкое распространение. Они применяются для создания емкостных элементов, межслойной изоляции, пассивации поверхности, изготовления контактных масок и т.д.

Среди диэлектрических пленок особым образом выделяются пленки диоксида кремния (SiO_2) и диоксида титана (TiO_2), которые нашли обширное использование в микроэлектронной промышленности в качестве диэлектрических слоев в МДМ (металл – диэлектрик – металл)- и МДП (металл – диэлектрик – полупроводник)-структурах [1].

Одной из распространенных причин выхода из строя приборов микроэлектроники является электрический пробой диэлектрических слоев. Электрическая прочность диэлектрических пленок в значимой степени определяет долговечность и функциональность тонкопленочных приборов микроэлектроники [1].

Известен факт, что при пробое тонкопленочных конденсаторов (ТПК) присутствует эффект «самозалечивания», заключающийся в том, что разрушение верхнего электрода совершается на площади большей, чем площадь диаметра канала пробоя в диэлектрике. Канал пробоя таким образом изолируется от электрического поля, и ТПК имеет возможность работать далее.

Поскольку ТПК вследствие пробоя не выходят из строя, а продолжают функционировать, то на одном ТПК возможно производить десятки и сотни пробоев. Это связано с тем, что пробой обычно происходит по точечным дефектам, которые характеризуются большими токами утечки. С наращиванием числа пробоев по таким дефектам количество пробоев уменьшается. При этом происходит увеличение пробивного напряжения $U_{пр}$ при увеличении числа пробоев на одном ТПК. Но такая зависимость замечается исключительно при одинаковой полярности, например, верхнего электрода [1].

В предыдущих исследованиях на конденсаторных структурах типа $\text{Al-SiO}_2\text{-Al}$ [2] нами было выявлено, что при смене полярности уменьшается величина напряжения каждого первого пробоя, и были высказаны предположения, что это связано с тем, что каждый предшествующий пробой представляет собой новые «слабые» места с новыми эмиссионными центрами. Целью данных исследований является изучение влияния толщины диэлектрических слоев SiO_2 и TiO_2 на зависимость электрической прочности от числа пробоев при смене полярности верхнего электрода (ВЭ). При смене полярности ВЭ полярность нижнего электрода (НЭ) изменяется соответственно.

* Работа выполнена коллективом научной лаборатории интегральной оптики и радиофотоники при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках соглашения № 075-03-2020-237/1 от 05 марта 2020 г. (внутренний номер проекта FEWM-2020-0040). Экспериментальные результаты получены с использованием оборудования ЦКП «Импульс» (регистрационный номер 200568).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>