

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОК SiO₂ РЕАКТИВНЫМ ИОННО-ЛУЧЕВЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Дуксин М. В.

Телеш Е. В. – ст. преподаватель

Исследованы процессы взаимодействия ионных пучков аргона и диоксида углерода с мишенями из диоксида кремния. Плёнки формировались на подложках из кремния. Температура подложки не превышала 343 К. Компенсация положительного заряда на мишени из диоксида кремния осуществлялась термоэлектронами. Установлено, что скорость нанесения монотонно снижается с ростом содержания диоксида углерода в рабочем газе. Установлено, при распылении мишени из диоксида кремния минимальное значение тангенса диэлектрических потерь было достигнуто при давлении диоксида углерода $1,06 \cdot 10^{-2}$ Па. Увеличение парциального давления CO₂ до $1,1 \cdot 10^{-2}$ Па привело к росту электрического сопротивления пленок. Однако дальнейший рост давления диоксида углерода способствовал резкому снижению удельного объемного сопротивления.

Традиционными материалами микроэлектроники для межуровневой изоляции являются неорганические вещества, которые по своим механическим, диэлектрическим и технологическим свойствам удовлетворяют требованиям, предъявляемым к интегральным микросхемам с размерами элементов порядка 0,25 мкм. В связи с этим, большинство путей уменьшения диэлектрической проницаемости связаны с получением изолирующих слоев на базе диоксида кремния, легированного углеродом [1,2]. Полученные химическим осаждением из газовой фазы обогащенные углеродом слои диоксида кремния использовались в качестве Low-k диэлектрика в микропроцессорах AMD Opteron и AMD Athlon 64. Однако такие плёнки сильно адсорбируют воду, что является недопустимым для межуровневого диэлектрика. Поэтому в наших исследованиях мы использовали реактивное ионно-лучевое распыление мишени из кварца. Эта технология позволяет получать диэлектрические слои с плотной микроструктурой и низкой пористостью.

Исследование процессов взаимодействия ионных пучков аргона и диоксида углерода с мишенью из диоксида кремния осуществлялось в модернизированной установке вакуумного напыления УРМ 3.279.017, оснащённой ионно-лучевым источником на основе ускорителя с анодным слоем. Распыляемая мишень представляла собой диск из кварца высокой чистоты (ТУ0284409–108–85) диаметром 75 мм и толщиной 10 мм. Остаточный вакуум не превышал $3,3 \cdot 10^{-3}$ Па. Рабочими газами служили аргон и диоксид углерода (CO₂). Плёнки формировались на подложках из кремния. Температура подложки не превышала 343 К. Толщина покрытий определялась с применением микроскопа-интерферометра МИИ-4. Компенсация положительного заряда на мишени осуществлялась термоэлектронами.

Покрытия формировались при варьировании парциального давления диоксида углерода от 0 до $2,4 \cdot 10^{-2}$ Па. Ускоряющее напряжение составляло 3 кВ, ток разряда ~100 мА, ток термокомпенсатора –13 А. На рисунке 1 приведена зависимость скорости нанесения от парциального давления CO₂ в рабочем газе.

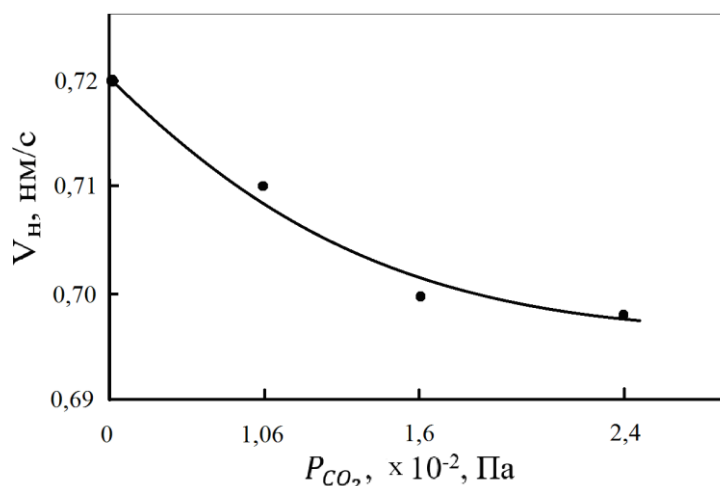


Рис. 1 – Зависимость скорости нанесения от парциального давления CO₂ при распылении кварцевой мишени

Скорость нанесения снижалась при увеличении парциального давления диоксида углерода с 0,72 нм/с до 0,70 нм/с до $2,4 \cdot 10^{-2}$ Па.

Электрофизические характеристики покрытий, синтезируемых реактивным ионно-лучевым распылением мишени из диоксида кремния, исследовались с применением МДМ структур. Сопротивление и тангенс угла диэлектрических потерь измерялись на частоте 1 МГц с помощью прибора Е7-20. На рисунке 2

приведены зависимости тангенса угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$ и удельного объемного сопротивления пленок от парциального давления CO_2 .

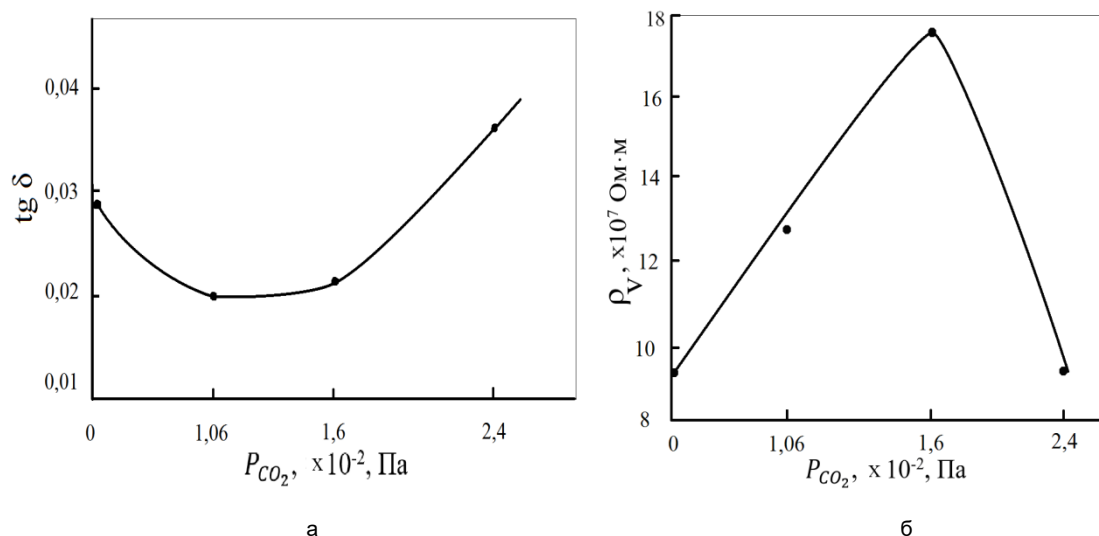


Рис.2 – Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь (а) и удельного объемного сопротивления (б) пленок SiOC от парциального давления диоксида углерода

Установлено, что с ростом парциального давления диоксида углерода происходит уменьшение диэлектрических потерь до 0,021. Повышение парциального давления CO_2 приводит к росту тангенса угла диэлектрических потерь до 0,038. Минимальное значение $\operatorname{tg} \delta$ было достигнуто при давлении диоксида углерода $1,06 \cdot 10^{-2}$ Па. Увеличение парциального давления CO_2 до $1,1 \cdot 10^{-2}$ Па привело к росту электрического сопротивления пленок. Однако дальнейший рост давления диоксида углерода способствовал резкому снижению удельного объемного сопротивления.

Список использованных источников:

1. Максиль, О.В. Исследование диэлектрических плёнок на основе оксида кремния, легированного фтором и углеродом/ О.В.Максиль // Тезисы докладов 16-й Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика - 2009», – Москва. – 2009 – С. 56.
2. Гуревич, О.В. Формирование углеродсодержащих диэлектрических покрытий /О.В.Гуревич // Материалы 3-ей Международной научно-технической конференции «Приборостроение - 2010».– Минск.– 2010.–С.109.