



Рис. 1. Зависимости динамического модуля упругости E (Па) и коэффициента механических потерь γ от температуры

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИЛИЦИДОВ ХРОМА

Н.А. Остапенко

Таганрогский государственный радиотехнический университет, г. Таганрог

Данная работа посвящена исследованию процессов возникновения силицидов хрома под действием ионного облучения структуры хром - кремний ионами инертных газов. Установлено, что бомбардировка ионами инертных газов системы Cr - Si стимулирует взаимодействие между атомами хрома и кремния с образованием силицидных фаз при интегральной температуре подложки существенно более низкой, чем при синтезе этих фаз в системе Cr - Si обычной высокотемпературной обработкой. Фазовый состав, структура и электрофизические свойства образующихся слоев силицидов хрома определяются энергией ионов, их типом и дозой облучения.

Образование силицидных фаз должно проходить через стадию, на которой атомы кристаллической решетки находятся в «беспорядочном» расположении. Такие сильно возбужденные области решетки вдоль траектории иона называются тепловыми пиками.

Механизм начальной стадии формирования новой фазы на поверхности системы металл-кремний при ионной обработке можно представить следующим образом. Энергетические ионы, внедряясь в

поверхность структуры Me - Si, создают систему смещенных атомов металла и кремния с разорванными и деформированными химическими связями, которые в процессе дальнейших превращений формируют новую систему связей, свойственную силицидам металла. На начальной стадии процесса центрами зарождения силицидных фаз являются каскады атомных столкновений — тепловые пики, возникающие в системе Cr - Si. На втором этапе происходит ионно-стимулированная диффузия, вызванная ударными волнами, распространяющимися в глубину кристаллической решетки кремния. Третий этап характеризуется слоевым ростом силицидной фазы.

Моделирование процесса синтеза силицидов хрома проводилось на примерах облучения системы хром - кремний ионами инертных газов гелия, неона, аргона, криптона и ксенона с энергиями от 50 до 300 кэВ. Толщина слоя хрома выбиралась от 20 до 40 нм. Была рассчитана локальная температура в области каскадов атомных столкновений, порождаемых бомбардирующими ионами инертных газов в зависимости от энергии и типа налетающих частиц, а также в зависимости от глубины пленки хрома. Зависимость состава образующихся слоев силицида от энергии первичного иона можно представить исходя из анализа фазовых диаграмм. Известно, что минимальная температура образования фазы $CrSi_2$ составляет 670-720 К, а минимальная температура кристаллизации высокотемпературной фазы Cr_5Si_3 составляет 900 - 1000 К. Таким образом, вероятность возникновения силицида хрома при облучении системы ионами гелия мала, так как температура в области каскада составляет 300-600 К. В других случаях синтез силицидов хрома наиболее вероятен. Так, уже при облучении системы ионами неона температура каскадной области составляет 1000 — 1200 К, что уже достаточно для синтеза высокотемпературной фазы Cr_5Si_3 . Дальнейшее увеличение массы налетающих частиц приводит к таким локальным температурам (1800 – 5800 К), которые существенно превышают температуру плавления кремния ($T_m = 2176$ К). В этом случае состав и структура образующихся фаз будут определяться «мгновенными» значениями соотношения количества атомов хрома и кремния в локальных возбужденных областях.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПОНОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЕРЕДНИХ ПАНЕЛЕЙ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

А. Г. Чупин

ОАО «Ижевский радиозавод», г. Ижевск

Возрастающий уровень сложности радиотехнических устройств неразрывно связан с ужесточением требований, предъявляемых к системе