

ет восстанавливать форму объектов, размеры которых составляют десятые доли пикселя. Существенное влияние на разрешающую способность данной методики оказывают аппаратные погрешности, к которым можно отнести в первую очередь нестабильность скорости смены кадров фотосчитывающего устройства и чувствительность его положения к внешним вибрациям, а также разрядность представления информации о яркости объекта.

Также эта методика может быть использована для слежения, детализации, распознавания и т.д. с помощью одной видеокамеры за несколькими движущимися объектами, число которых заранее неизвестно. Примером тому могут служить охранные системы. На основании данной методики возможно улучшение качества видеоданных и разработка кодека для дополнительного сжатия видеоданных.

Литература

1. Тишин А. Ю., Шестаков К. М. Восстановление изображений деталей движущихся объектов размером меньшим пикселя кадра.// Электроника-Инфо. 2005. № 3. С. 62–64.
2. Michael E. Tipping and Christopher M. Bishop, Bayesian Image Superresolution // Microsoft Research Cambridge, CB3 0FB, U.K.
3. Hardie R. C., Barnard K. J., and Armstrong E. A. Joint MAP registration and high-resolution image estimation using a sequence of undersampled images.// IEEE Transactions on Image Processing, 6(12): 1621–1633, 1997.

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОК ОКСИНИТРИДА ЖЕЛЕЗА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

П. Г. Юревич

ВВЕДЕНИЕ

В ходе исследования возможности синтеза пленок нитрида углерода на экспериментальной установке с емкостным типом ВЧ разряда [1] при пониженном давлении порядка сотен Паскаль в рабочей газовой смеси паров метанола и азота были получены весьма прочные пленки, определение компонентного состава которых методом резерфордовского обратного рассеяния дало неожиданный результат – это пленки оксинитрида железа. Осуществление процесса нанесения покрытия в условиях форвакуума при относительно малом уровне мощности разряда (порядка 200 Вт) и при низких расходах дешевых газов до 0,03 см³/с обуславливает технико-экономические преимущества перед известным магнетронным методом нанесения таких пленочных покрытий. Кроме того,

нет необходимости использовать сжатый кислород, что улучшает условия безопасности работы.

Вполне вероятно, что пленочные покрытия оксинитрида железа (их различные модификации) по мере изучения их свойств, смогут найти разнообразное применение. На сегодняшний день нам известно промышленное использование покрытий оксинитрида железа для модификации оконного стекла магнетронным методом (тонирование и создание благоприятного для человеческого глаза спектра пропускания).

На основании изложенного представляется целесообразным исследовать физико-химическую суть обнаруженного процесса и параметры формируемых покрытий, что и является предметом настоящей работы.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Процессы проводились в реакционно-разрядной камере [1] с локализатором разряда, выполненным из стали в виде съемного цилиндра с крышкой, имеющей ряд отверстий диаметром 15 мм. Данная конструкция обеспечивает локализацию разряда вблизи подложки за счет реализации эффекта «полого катода». Наиболее яркое свечение плазмы наблюдается в отверстиях локализатора.

Расходы паров метанола (CH_3OH) и азота задавались натекателями и контролировались поплавочными ротаметрами в пределах от 0,005 до 0,03 $\text{см}^3/\text{с}$, их смесь поступала через отверстие в верхнем электроде. Рабочая частота ВЧ генератора 13,56 МГц. Давление в камере имело величину в пределах от 10 до 300 Па. Полученные скорости нанесения пленок были в интервале от 0,03 до 0,08 $\text{нм}/\text{с}$.

На рис. 1 представлены типичные для полученных на подложках кремния пленок спектры резерфордовского обратного рассеяния ионов гелия. Физико-математическая обработка представленных спектров дает следующее содержание элементов: для образца 1 – Fe – 40 ат. % и O – 60 ат. %; для образца 2 – Fe – 25 ат. %, O – 40 ат. %, N – 20 ат. %, H – 15 ат. %. Учитывая относительно слабую чувствительность спектра к содержанию азота в данных условиях анализа и еле заметную приподнятость спектра 1 в области азотного пика, можно с большой долей уверенности предполагать, что и в первом образце содержится несколько атомных процентов азота. Расчетное количество атомов в пленке для первого образца $6,5 \cdot 10^{17}$ ат./ см^2 , для второго $7 \cdot 10^{17}$ ат./ см^2 . Данные образцы пленок были получены в сходных условиях, изменялось лишь соотношение азота и метанола в рабочей газовой смеси. На основе приведенных результатов можно заключить, что данный способ формирования пленочных покрытий позволяет получать пленки различного состава от

почти чистого гематита (Fe_2O_3) до оксинитрида со значительным содержанием азота.

Механизм формирования пленок представляется следующим. В плазме в результате процесса диссоциации молекул метанола генерируются радикалы OH и CH_xOH , которые хемосорбируются на стальной поверхности деталей локализатора разряда с образованием гидроокиси железа $\text{Fe}(\text{OH})_2$, температура плавления которой составляет величину порядка 150–200 °С. Т.к. газовая температура плазмы имеет величину около 300–400 °С, то возгонка молекул гидроокиси железа идет достаточно интенсивно, то есть реализуется процесс плазмохимического травления стали, следы эрозии заметны на краях отверстий крышки локализатора, где процесс травления идет наиболее интенсивно. Осажденные на поверхности подложки молекулы $\text{Fe}(\text{OH})_2$, как известно, при температуре выше 200 °С разлагаются с образованием молекул Fe_2O_3 , кроме того, они подвергаются воздействию химически активного азота (колебательно возбужденных молекул азота и молекулярных ионов), в результате этих процессов и формируется пленка оксинитрида железа. То, что в рассматриваемом процессе главенствующее место занимает именно плазмохимическое травление железных деталей, а не их распыление под действием ионной бомбардировки, подтверждают следующие экспериментально установленные факты: формирование пленок не происходило при использовании вместо метанола линейного гексана $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$, ацетонитрила CH_3CN или ацетона CH_3COCH_3 , т.е. необходимо наличие радикалов OH , отсутствие которых не компенсируется добавками кислорода. Проведенные эксперименты с заменой азота на воздух при осуществлении процесса нанесения покрытия дали тот же результат по качеству пленок, однако при отсутствии метанола в рабочей газовой смеси пленки не формировались, эти данные также подтверждают правильность изложенных выше суждений о механизме процесса.

Трибологические фрикционные испытания полученных пленок по методу «палец-поверхность» проводились на трибометре ТАУ-1М в условиях сухого трения [2]. Коэффициент трения и износостойкость пленок определялись при возвратно-поступательном скольжении. Скорость движения столика с образцом составляла 4 мм/с, закругленный индентор был выполнен из твердого сплава ВК8 (твердость 87,5 HRC), нагрузка при испытаниях составляла 1 Н. Коэффициент трения по пленке составил величину около 0,35. Сравнительные испытания на износостойкость полученных пленок с высококачественными пленками термического окисла и нитрида кремния, показали их близость по данному параметру.

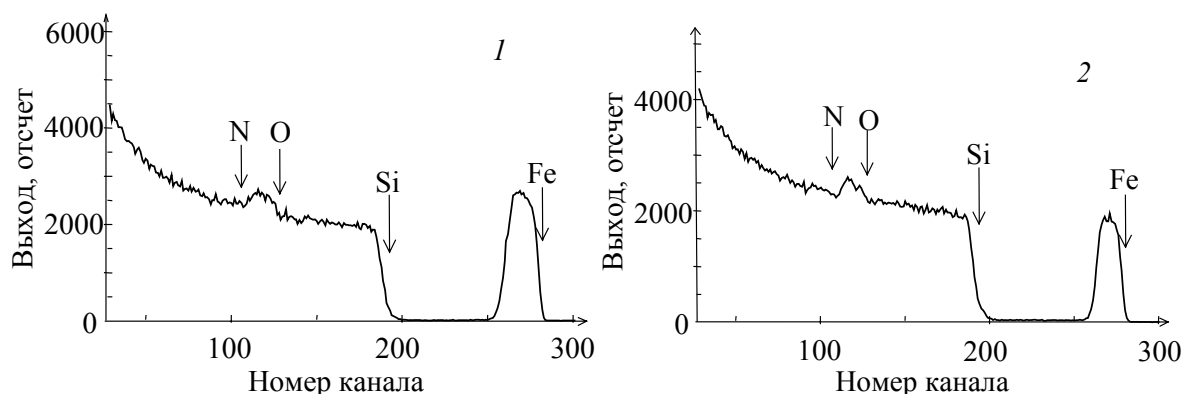


Рис. 1. Энергетические спектры резерфордского обратного рассеяния ионов гелия от пленок 1 и 2 оксинитрида железа, нанесенных на кремниевой подложке

Для осуществления спектрофотометрирования пленок оксинитрида железа проведено их выращивание на стеклянных подложках такой же толщины (0,5 мм), что и кремниевые пластины. Спектрофотометрирование выполнено с использованием спектрометра S100, который подключается к USB-порту компьютера. Квазипараллельный пучок света для зондирования пленок создавался линзой и галогенной лампой накаливания мощностью 20 Вт. Полученные типичные спектры пропускания и отражения (рис. 2) свидетельствуют, что нанесенные пленки имеют значительное поглощение в видимом диапазоне длин волн и граница пропускания находится в области 400 нм. Коэффициент пропускания стеклянной подложки имел величину 92–93 %.

Испытание данной пленки на электропроводность показало, что она имеет удельное сопротивление порядка 1 Ом/см. Определена температурная зависимость электросопротивления в диапазоне от 16 до 120 °С,

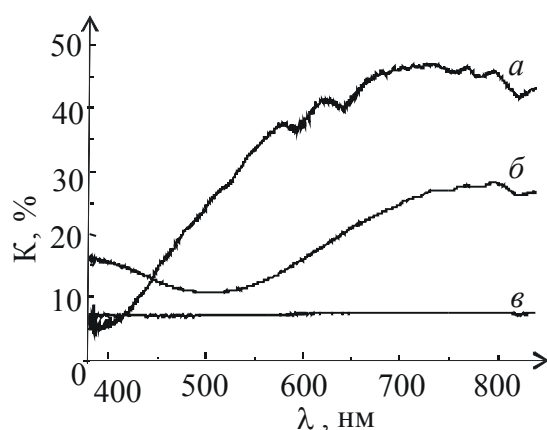


Рис. 2. Спектр отражения – б и пропускания – а пленки оксинитрида железа на стеклянной подложке, а также спектр отражения самой подложки – в

она оказалась типично полупроводниковой, т.е. электросопротивление монотонно падало с ростом температуры. Температурный коэффициент сопротивления составил значительную величину около 0,7 %/градус. Полученные оптические и электрофизические характеристики пленки дают основание считать, что мы имеем дело с полупроводниковым материалом, модификацию и системное изучение свойств которого по-видимому целесообразно в будущем проводить.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализованный процесс нанесения пленок оксинитрида железа в ВЧ разряде по своему механизму является преимущественно плазмохимическим и включает две основные стадии: плазмохимическое травление стальных деталей локализатора разряда и плазмохимический синтез оксинитрида железа на подложке.

Процесс по своим техническим и экономическим характеристикам перспективен для практического использования. Сравнительные трибологические исследования выявили весьма хорошую износостойкость и адгезию пленок оксинитрида железа. Полученный материал является полупроводниковым.

Литература

1. *Комаров Ф. Ф., Никифоренко Н. Н., Лабуда А. А. и др. // Взаимодействие излучений с твердым телом: Материалы IV Международной конференции. – Мн., 2001. – С.82.*
2. *Углов В. В., Кулешов А. К., Новицкая М. В., Дуб С. Н. // Трение и износ. – 2003. Т. 24, № 6. – С.673.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТОКОЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Д. А. Чукило

ВВЕДЕНИЕ

В ряде приложений, где требуется отслеживание перемещений подвижных объектов (материалов) наблюдений, оправдано использование сравнительно нового класса распределенных устройств – беспроводных сенсорных сетей. Смоделировать такую сеть можно, используя определенные моделирующие средства, например систему OMNeT++ [1].

В работе в качестве основы протокола передачи данных сенсорной сети был выбран протокол AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector) [2], предназначенный для использования мобильными узлами в сетях Ad hoc

Следует отметить, что моделированием сенсорных сетей в настоящее время занимаются многие исследователи. Например, в работах [3], [4] большое внимание уделялось зависимостям характеристик от пространственной конфигурации сети, вопросам агрегации данных. Однако зависимость пропускной способности от параметров подвижности модели ранее не рассматривалась.