

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ В ПЛАЗМЕ АТМОСФЕРНОГО РАЗРЯДА

Бруцкая А.О., Аксютыц А.В.

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

Котов Д.А. – канд. техн. наук, доцент

Рассматривалось получение пленок диоксида кремния с помощью плазмы атмосферного разряда с применением тетраэтоксисилана (ТЭОС) и их исследование. Так же были проведены эксперименты по осаждению пленок оксида кремния при разном соотношении потоков аргона. Было выявлено, что при различном времени обработки и расстоянии плазменной струи от образцов, получалась неравномерность напыления плёнок, что не удивительно с коаксиальным методом. Размер толщин плёнок в большей мере зависит от расстояния между электродами разрядной системы, расстояние от электрода до окончания трубки и расстояния до мишени. Наибольшее влияние на толщины формируемых покрытий оказывает расстояние до мишени.

Плазма широко используется для обработки материалов в течение более полувека. Ее применение обусловлено гибкостью и универсальностью, возможностью формирования источников химически активных частиц разных видов, которые вступают в реакцию с поверхностью или реагируют друг с другом, образуя второстепенные, короткоживущие химические соединения, необходимые для формирования тонкопленочных функциональных структур. Также успех технологии плазменной обработки объясняется возможностью синтеза сложных соединений при сравнительно низких температурах, как ни при одном другом методе, при этом, не разрушая ранее созданные структуры и слои. Плазма, как правило, используется для селективного размерного травления, обработки поверхности, для управления адгезионными параметрами поверхности, а также слоев диэлектриков, полупроводников и проводников с заданными составом, стехиометрией, структурой и свойствами[1-2].

Одним из перспективных способов получения плёнок является импульсно-плазменный метод в атмосферной плазме.

Для получения плёнок диоксида кремния с помощью плазмы атмосферного разряда использовался тетраэтоксисилан (ТЭОС), через емкость с которым прокачивался аргон.

В разрядном промежутке происходит разложение паров тетраэтоксисилана, которые транспортируются потоком аргона. Далее кислород вступает в реакцию с атомами кремния с образованием диоксида. Молекулы, их фрагменты и радикалы ТЭОСа и оксида кремния попадают на обрабатываемую поверхность. По мере их осаждения, они соединяются с другими частицами и могут увеличиваться в размерах.

Для проведения эксперимента (рисунок 1) образец располагался вертикально и пододвигался на плазменную струю в пределах расстояния 20мм. В связи с тем, что образцы пластин кремния в эксперименте были малы по сравнению с целой пластиной – пластину стоило закрепить с помощью крепёжного приспособления, либо с помощью липкой ленты с обратной стороны, для того что бы пластина не слетала с подложки при поднесении её к потоку плазмы осаждаемых паров газов ТЭОСа. Вся разрядная система находилась под вытяжным шкафом.

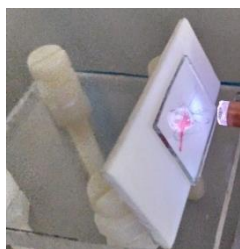


Рисунок 1 – Экспериментальный образец осаждения ТЭОСа

В ходе работы задавались параметры эксперимента, для проведения исследования образцов.

Таблица 1 – Параметры образцов

№ образца	Время обработки	Расстояние образца от плазменной струи, мм	Материал образца	Расход аргона, л/ч
1	2,5мин	15	Si	163
2	30сек	10	Si	163
3	30сек	20	Si	163
4	4мин	15	Si	163
5	4мин	20	Si	163

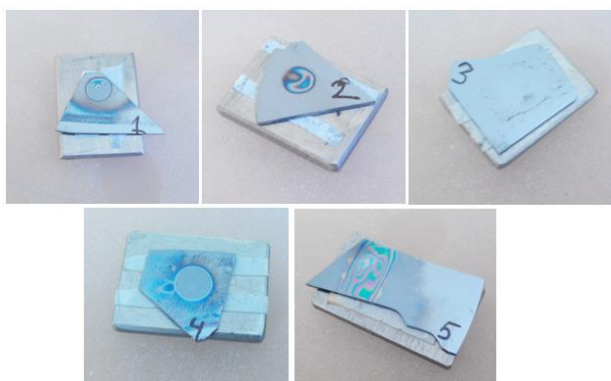


Рисунок 2 – Внешний вид полученных плёнок с различными параметрами

Внешний вид полученных плёнок говорит о том, что при различном времени обработки и расстоянии плазменной струи от образцов, получалась неравномерность напыления плёнок, что не удивительно с коаксиальным методом. Т.к. визуально нельзя определить, что за наноструктура находится на плёнках и какова толщина плёнок, воспользуемся методами микроскопии: микроинтерферометр, оптический, атомно-силовой и растровый электронный микроскопами.

Для исследования поверхности полученных пленок в первую очередь пользовались оптическим микроскопом.

Из рисунков 3 и 4 видно, что плёнка напылялась неравномерно. По интерференционным полосам можно сказать что происходил большой перепад по толщине плёнки. Самая большая толщина плёнки находилась в центре образца, а самая тонкая плёнка находилась на краях образца.

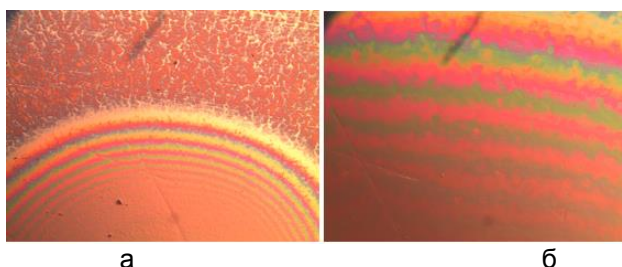


Рисунок 3 – Фотографии образцов полученных с помощью Оптического микроскопа Микро 200-01(а – увеличение 5 крат, б – увеличение 20 раз

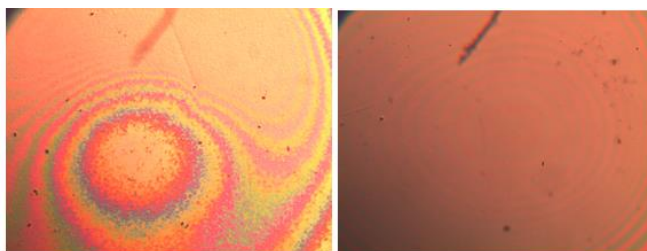


Рисунок 4 – Центры образцов 1 и 4 при увеличении 5 раз

Импульсно-плазменный метод представляется перспективным для формирования наноструктурированных покрытий оксида кремния, однако требуются дополнительные исследования.

В результате экспериментальных исследований нами получены наноструктурированные покрытия SiO_2 , исследованы скорость роста и коэффициент преломления плёнок. Установлено, что свойства плёнок определяются прокачкой аргона через ТЕОС, оптимальным является отношение находящееся в пределах от 100 до 150. Коэффициент преломления пленок SiO_2 при этом находится в пределах от 1,43 до 1,45, что говорит о качестве формируемых плёнок.

Список использованных источников:

1. David, B. *Graves Low temperature plasma biomedicine: A tutorial review* / B. David Graves.// *Physics of Plasmas*. – 2014. – Vol. 21. – P. 24-26.
2. Bruggeman, P. *Atmospheric pressure discharge filaments and microplasmas: Physics, chemistry and diagnostics* / P. Bruggeman, R. Brandenburg // *Journal of Physics D: Applied Physics*. – 2013. –Vol. 46. 464001.–P. 23-27.