

# УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕЛЕВЫХ ОСАДКОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЛОЕВ

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

*Макарский В.А., Панцулая Ш.Н.*

*Петрович В.А. – к.ф.-м.н., доцент*

В данном материале предлагаются варианты усовершенствования золь-гель технологии, путём различных воздействий на систему «золь-подложка», с целью управления процессами осаждения. В частности, использование явления электрофореза путем воздействия на подложку постоянного по величине и знаку электрического поля с помощью погруженного в золь вспомогательного электрода, что приводит к утолщению и уплотнению получаемых диэлектрических слоёв.

В настоящее время на кафедре «Микро- и нанoeлектроника» БГУИР разрабатываются различные технологические процессы формирования наноструктурированных слоёв. Одним из вариантов этих технологий является так называемая «золь-гель» технология [1].

Сущность этой технологии заключается в следующем. В золь, содержащий раствор, включающий интересующие наноструктурированные частицы, погружается подложка. В другом варианте, небольшое количество золя наносится на подложку; после этого подложку с локально нанесенным золем подвергают центрифугированию для обеспечения равномерного покрытия.

В обоих случаях сформированная золем плёнка подвергается процессу сушки и последующей высокотемпературной обработке. При этом золь-плёнка трансформируется в гель-пленку. Для обеспечения значительных толщин процессы нанесения и высокотемпературной обработки повторяются.

Недостатки упомянутых процессов:

1. Невозможность за один цикл сформировать слои значительной толщины.
2. Сформированные слои значительной толщины по существу являются многослойными, с наличием большого количества переходных областей от слоя к слою.
3. Невозможность обеспечить проникновения золя, а в дальнейшем и формирование геля в пористых материалах с трехмерной конфигурацией пор [1, стр. 54].
4. Процесс по существу является неуправляемым, так как основан только на эффектах смачивания межфазной границы. Изменение смачиваемости границы раздела «золь-подложка» обеспечивается только за счёт подбора состава золя.

Мы предлагаем следующие варианты управления процессами в золь-гель технологии:

1. Для обеспечения проникновения золя в пористые структуры предлагается осуществлять нагрев подложки и (или) золя при процедуре смачивания золем подложки. Далее, не извлекая подложку из золя, осуществить трансформацию золя в гель путём понижения температуры.
2. В процессе смачивания золем подложки осуществить ультразвуковое воздействие на систему «золь-подложка», со стороны подложки. Частота ультразвукового воздействия подбирается индивидуально для каждой конкретной пары «золь-подложка».
3. Осуществить ультразвуковое воздействие на систему путём погружения в раствор магнестриктора, испускающего ультразвуковые волны со строго определённой частотой. Частота воздействия так же, как и в варианте 2, подбирается для конкретной пары «золь-подложка».
4. Воздействовать на систему золь/подложка переменным электрическим полем на вполне определённой частоте. Эта частота существенно изменяет смачиваемость конкретным золем конкретной подложки (резонансная частота воздействия).
5. Использовать явление электрофореза путем воздействия постоянного по величине и знаку электрического поля на подложку с помощью погруженного в золь индифферентного электрода.

Электрофорез - это перемещение под действием электрического поля частиц дисперсной фазы относительно дисперсионной среды. Это происходит по причине возникновения заряда на дисперсных частицах, находящейся в контакте с жидкостью. Заряды на границе фаз связаны с наличием двойного электрического слоя и определяются  $\zeta$ -потенциалом, который называют электрокинетическим. Заряд на поверхности частицы может принимать как положительный, так и отрицательный потенциал, который зависит от химического состава и свойств контактирующих фаз.

Электрофорез применяемый в золь-гель технологии позволяет оперативно управлять процессом осаждения, дает возможность получения слоёв значительной толщины за 1 цикл нанесения, обеспечивает глубокое проникновение частиц золя в пористые структуры, позволяет проводить селективное осаждение частиц на подложку.

Список использованных источников:

1. Гапоненко Н. В. Пленки, сформированные золь-гель методом на полупроводниках и в мезопористых матрицах. Мн.: Беларуская навука, 2003. - 136 с.