

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕХНИКИ

А. В. Семченко

*Учреждение образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины», Республика Беларусь*

Представлены результаты закономерностей получения функциональных материалов золь-гель методом, а также закономерности влияния состава и особенностей синтеза золь-гель методом тонкопленочных сегнетоэлектриков, мультиферроиков и прозрачных проводящих оксидов на их функциональные свойства для создания новых изделий микроэлектроники и техники.

Ключевые слова: золь-гель метод, функциональные материалы, сложнооксидные сегнетоэлектрики, ферромагнетики, полупроводники, структура, свойства, микроэлектроника, техника.

Целенаправленное получение золь-гель методом функциональных слоев с воспроизводимыми, заранее заданными свойствами является сложной многофакторной задачей, при решении которой нужно учитывать фундаментальные закономерности золь-гель процесса, особенности взаимодействия конкретных исходных компонентов, требования к конечным параметрам разрабатываемых структур. Получение функциональных слоев золь-гель методом подразумевает создание стабильных систем с заданной пространственной организацией, при которой достигаются требуемые свойства. Золь-гель метод часто применяется для синтеза оксидных соединений, в том числе многокомпонентных и содержащих различные активирующие добавки, так как такой подход имеет ряд существенных преимуществ. В частности, это возможность снизить температуру формирования конечного соединения за счет непосредственного взаимодействия растворенных солей металлов между собой с образованием гомогенного пленкообразующего раствора, в котором равномерно распределены ионы активатора, что позволяет предварительно сформировать материал с нужным фазовым и структурным составом. Необходимо учесть, что за счет механизма роста золь-гель слоев, близкого к эпитаксиальному, их структурные и, как следствие, функциональные свойства будут существенно зависеть не только от природы золя, но и от условий осаждения и подложки.

Золь-гель методом могут быть получены различные классы перспективных функциональных оксидных и сложнооксидных материалов, в том числе в виде тонких слоев. Так, сегнетоэлектрики со структурой слоистого перовскита, такие как танталат (танталат-ниобат) висмута-стронция $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ ($\text{SrBi}_2(\text{Ta}_{1-x}\text{Nb}_x)_2\text{O}_9$), характеризуются высокой диэлектрической проницаемостью, высокими пьезоэлектрическими и пьезоэлектрическими коэффициентами, приемлемыми электрооптическими свойствами и надежным переключением поляризации, для применения в энергонезависимой сегнетоэлектрической памяти (NvFRAM).

Мультиферроики проявляют ферромагнитные и сегнетоэлектрические свойства одновременно, что открывает широкие возможности их практического использования в новых видах запоминающих устройств. Ферроики обладают рядом уникальных свойств, таких как усиление намагничивания и связи между ферромагнитными

и сегнетоэлектрическими параметрами вблизи границ фаз. Контролируемость функциональных параметров может быть достигнута, в частности, за счет использования золь-гель метода, обеспечивающего требуемые свойства путем изменения химического состава, структурных параметров и управления дефектностью и стехиометрией соединений.

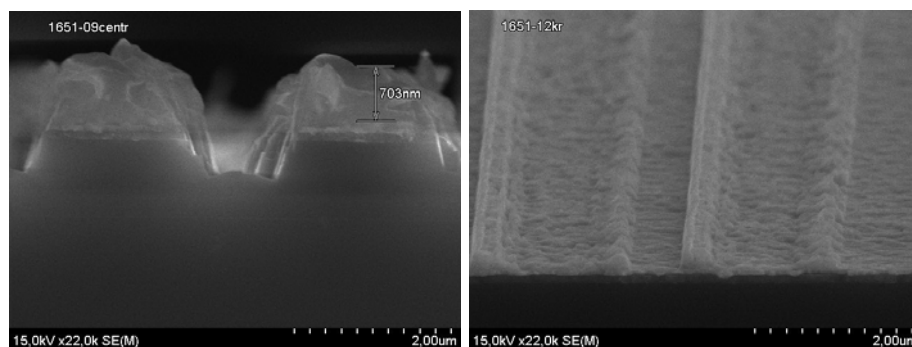


Рис. 1. РЭМ-скан SBT-пленки на монокристаллическом кремнии

BiFeO_3 является единственным однофазным мультиферроиком, который одновременно обладает сегнетоэлектрическими и ферромагнетическими свойствами при комнатной температуре из-за высоких температур фазового перехода (температура Кюри ~ 1083 K и температура Нееля ~ 657 K). Ранее порошки феррита висмута изготавливались преимущественно твердотельными и механохимическими методами, требующими высокотемпературных обработок, превышающих 800°C . Высокая температура при получении BFO является очень существенным недостатком, так как происходит испарение части висмута. Чтобы получить наноразмерный BFO без такого испарения, постепенно разрабатывались низкотемпературные методы синтеза, к которым относится золь-гель метод.

BiFeO_3 со структурой перовскита представляет интерес для последующего создания устройств записи информации высокой плотности (MRAM), магнитных сенсоров, электрически переключаемых постоянных магнитов и др. Известно, что BiFeO_3 (BFO) имеет ромбоэдрическую структуру перовскита. BFO характеризуется сегнетоэлектрическим упорядочением при высокой температуре Кюри (1103 K) и антиферромагнитным упорядочением G-типа с температурой магнитного перехода 643 K. В настоящее время рассматриваются различные варианты применения материалов на основе феррита висмута, основанные на их магнитоэлектрических и пьезоэлектрических свойствах. В свою очередь, легирование щелочноземельными элементами существенно снижает величину токов утечки, что расширяет возможности практического применения синтезированных материалов. Применение золь-гель метода, как следует из анализа литературы, позволяет существенно расширить диапазон концентраций легирующих добавок по сравнению с вакуумными методами нанесения покрытий, методами твердофазных реакций, применяемых для синтеза порошков аналогичного состава, а также обеспечивает однородность строения порошка либо пленки за счет формирования химических связей на стадии раствора (золя).

Тонкие пленки на основе оксида цинка широко применяются в фотовольтаике в солнечных элементах, фотодетекторах и других устройствах; в светодиодах (LED, OLED), в электрохромных устройствах плоских телевизионных панелей, а также

в качестве дополнительных слоев для пленочных фотоэлектрически активных гетеросистем, что позволит обеспечить стабильность их параметров. На их основе могут быть получены иерархические наноструктуры, нанотрубки, пластинчатые и конусовидные наноструктурированные массивы, интерес к которым в последние годы стремительно растет благодаря уникальным электронным, оптическим и оптоэлектронным свойствам этих объектов. В частности, наноструктуры ZnO используются в конструкциях газовых датчиков, суперконденсаторов, твердотельных, гибридных и органических солнечных элементов, светоизлучающих диодов, инструментов для биохимического зондирования, ультрафиолетовых лазеров, высокопроизводительных наносенсоров, пьезоэлектрических наногенераторов, коротковолновых светоиспускающих оптоэлектронных наноустройств.

АСАБЛІВАСЦІ ПРАЕКТАВАННЯ КАНТРОЛЬНА-ВЫМЯРАЛЬНАЙ ДЫЯГНАСТЫЧНАЙ ПРЫЛАДЫ ДЛЯ ПАДЗЕМНЫХ МАГІСТРАЛЬНЫХ НАФТАПРАВОДАЎ

Ю. В. Крышнеў, Л. А. Захаранка, А. Я. Запольскі

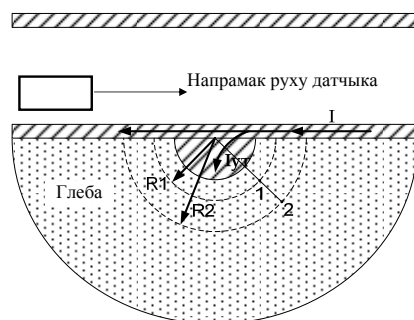
Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт імя П. В. Сухого», Рэспубліка Беларусь

Разгледжаны інжынерна-тэхнічныя асаблівасці рэалізацыі ўнутрытрубнай кантрольна-вымяральнай дыягнастычнай прылады для кантролю цэласнасці ізаляцыйнага пакрыцця падземных магістральных нафтаправодаў.

Ключавыя словы: кантроль якасці ізаляцыі знешняй паверхні нафтаправода, унутрытрубная кантрольна-вымяральная дыягнастычная прылада, ток уцечкі, магнітнае поле току ўцечкі, індукцыйны датчык, адыметрычны модуль, прафілемер.

Для папярэджання з'яўлення каразійных дэфектаў праз парушэнні ізаляцыі падземных нафтаправодаў быў распрацаваны метада бескантактавага (унутрытрубнага) кантролю якасці ізаляцыі трубаправода шляхам вымярэння магнітнага поля, створанага токам уцечкі, і ўзнікаючай неаднастайнасцю току трубы ў месцах пашкоджання ізаляцыі.

Метада прадугледжвае выкарыстанне пераменнага вымяральнага току, які генеруецца адмысловымі генератарамі. Парушэнне ізаляцыі размешчанага ў зямлі металічнага трубаправода прыводзіць да «расцяжання» току трубы ў зямлю. У выніку ток трубаправода робіцца неаднастайным. У адсутнасць неаднастайнасцы току магнітнае поле ўнутры трубаправода, роўнае нулю, неаднастайнасць току прыводзіць да з'яўлення магнітнага поля [1].



Мал. 1. Стварэнне магнітнага поля токам уцечкі