

**СЕКЦИЯ АЭ – АКУСТОЭЛЕКТРОНИКА**

Кузнецова Ирен Евгеньевна, руководитель

*Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН**125009, Москва, ул. Московская, 11, стр.7, E-mail: kuziren@yandex.ru***ДОКЛАДЫ****ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПЛЕНКЕ МОЛИБДЕНА С ПОМОЩЬЮ СВЧ АКУСТОЭЛЕКТРОННОГО СЕНСОРА НА АЛМАЗНОЙ ПОДЛОЖКЕ****Сорокин Б.П.<sup>а</sup>, Яшин Д.В.<sup>а</sup>, Асафьев Н.О.<sup>а</sup>, Аксененков В.В.<sup>а</sup>, Батова Н.И.<sup>а</sup>, Кравчук К.С.<sup>а</sup>**<sup>а</sup>*ФГБНУ «Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов»**Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва, г.о. Троицк**Тел.: +7 (499) 272-23-13, доб. 375; E-mail: bpsorokin1953@yandex.ru*

Целью работы является исследование возможности использования СВЧ резонатора на продольных объемных акустических волнах (ОАВ-резонатор) со структурой Al/Al<sub>0,72</sub>Sc<sub>0,28</sub>N/Mo/(100) алмаз/Mo как химического сенсора на примере окисления молибдена. Пленку молибдена толщиной ~1 мкм напыляли на свободную поверхность алмаза в ОАВ-резонаторе методом магнетронного распыления. Полученная структура была подвергнута последовательным отжигам в воздушной среде с постепенным увеличением температуры от комнатной до 500°C. Длительность каждого отжига составляла 1 час. Изменения морфологии и химического состава пленок Mo изучали методом энергодисперсионной спектроскопии с помощью растрового электронного микроскопа JEOL JSM-7600F, фазового состава – методом рентгеновской дифракции с помощью дифрактометра Empyrean (Panalytic) на излучении CuK<sub>α</sub>. Толщина пленки контролировалась методом атомно-силовой микроскопии при помощи сканирующего зондового микроскопа Ntegra Prima. Используя векторный анализатор цепей Agilent E5071C ENA, в диапазоне 3–18 ГГц были исследованы температурные зависимости сдвига частоты и добротности резонансных обертонов сенсора после каждой стадии отжига. Изменения акустических параметров, полученные СВЧ акустоэлектронным сенсором, обусловлены как ростом кристаллитов Mo, так и образованием таких фаз, как MoO<sub>2</sub> (моноклинная), α- и β-фазы MoO<sub>3</sub> (орторомбическая и моноклинная соответственно), наличие которых подтверждено другими методами. Впервые показано, что изменения акустических параметров акустоэлектронного сенсора несут информацию о тонких изменениях в химическом составе пленки Mo при окислении. ОАВ-резонатор как химический сенсор допускает многократное применение благодаря стойкости алмазной подложки.

**Ключевые слова:** образование оксидных фаз молибдена, отжиг, СВЧ акустоэлектронный химический сенсор**РАССЕЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН РЕГУЛЯРНЫМИ НЕОДНОРОДНОСТЯМИ НА ПОВЕРХНОСТИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКОВ****Даринский А.Н.<sup>а</sup>**<sup>а</sup>*Отделение Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова Курчатовского центра кристаллографии и фотоники НИЦ «Курчатовский институт», Москва**Тел.: +7 (916) 024-47-78; E-mail: Alexandre\_Dar@mail.ru*

В докладе обсуждаются результаты расчетов методом конечных элементов коэффициента отражения ПАВ от препятствий (неоднородностей), созданных на поверхности подложек YZ и 128°YX LiNbO<sub>3</sub>: одиночных ступенек, выступов, канавок и металлических полосок (электродов). Предполагалось, что препятствия имеют бесконечную протяженность перпендикулярно направлению распространения ПАВ. Коэффициент отражения находился с помощью преобразования Фурье рассеянного поля на поверхности подложки.

Найдены зависимости модуля и фазы коэффициента отражения от высоты и ширины препятствий. Обнаружено, что кривые, показывающие осциллирующую зависимость модуля коэффициента от ширины канавки и выступа одинаковой формы, похожи в значительной степени, но смещены относительно друг друга, причем этот сдвиг является достаточно большим, даже если отношение толщины к длине

волны невелико. Значения модуля коэффициента отражения для канавки в подложке  $128^\circ\text{YX LiNbO}_3$  хорошо согласуются с известными экспериментальными результатами. Коэффициенты отражения от электрода, находящегося на поверхности подложки, и электрода, утопленного в подложку, тоже сильно отличаются. Рассчитана зависимость коэффициента отражения от ширины бесконечно тонкого электрода от  $\text{YZ}$  и  $128^\circ\text{YX LiNbO}_3$ . Численные данные близки к расчетам по аналитическому выражению, полученному в приближении слабого пьезоэффекта, особенно в том случае, когда ширина меньше  $1/3$  длины волны. Кроме того, вычисляются коэффициенты отражения от решеток, содержащих конечное число канавок или электродов. Результаты сравниваются с результатами теории связанных мод.

Работа выполнена в рамках госзадания НИЦ «Курчатовский институт».

**Ключевые слова:** поверхностные акустические волны, пьезоэлектрический эффект, рассеяние, метод конечных элементов

## ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЩЕЛЕВОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ МОДЫ

Семёнов А.П.<sup>а</sup>, Зайцев Б.Д.<sup>а</sup>, Теплых А.А.<sup>а</sup>, Бородина И.А.<sup>а</sup>

<sup>а</sup>Саратовский филиал института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Саратов

Тел.: +7 (8452) 39-12-33; Факс: +7 (8452) 27-24-01; E-mail: alex-sheih@ya.ru

Экспериментально изучены характеристики щелевой акустической моды, возбуждаемой в структуре: «линия задержки – воздушный зазор – резонирующая пьезопластина – жидкость». Линия задержки на основе пластины ниобата лития  $\text{Y-X}$ –среза толщиной 350 мкм содержала два встречно-штыревых преобразователя (ВШП) с расщепленными электродами, которые располагались на одной стороне пластины на расстоянии 40 мм друг от друга. Эти преобразователи использовались для возбуждения и приема акустической волны с поперечно-горизонтальной поляризацией нулевого порядка ( $\text{SH}_0$ ) в частотном диапазоне 1.5–2.2 МГц. Преобразователи подключались к анализатору цепей E5071C в режиме измерения частотной зависимости коэффициента прохождения S12. Над линией задержки между преобразователями располагалась резонирующая пластина ниобата лития с жидкостным контейнером объемом 2 мл. Воздушный зазор определялся с помощью полосок бронзовой фольги толщиной 8 мкм. В исследовании использовались резонирующие пластины ниобата лития  $\text{Z-X}$ ,  $\text{Y-X-140}^\circ$  и  $\text{Y-X+155}^\circ$  кристаллографических срезов с толщиной порядка 500 мкм. Наличие резонирующей пьезоэлектрической пластины ниобата лития приводило к появлению последовательности резонансных пиков на частотной зависимости полных потерь. Были приготовлены образцы проводящей (раствор хлористого натрия в воде) и вязкой (смесь воды и глицерина) жидкостей. Измерены зависимости глубины и частоты каждого резонансного пика от проводимости и вязкости жидкости для всех типов резонирующих пластин. Приводится объяснение полученных результатов и обсуждается возможность их использования при создании жидкостных сенсоров.

**Ключевые слова:** линия задержки, щелевая акустическая мода, акустическая волна с поперечно-горизонтальной поляризацией, жидкостные датчики, вязкость и проводимость жидкостей

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАТУХАНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ В ЖИДКОСТЯХ АКУСТИЧЕСКИМ ИНТЕРФЕРОМЕТРОМ В НЕПРЕРЫВНОМ И ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМАХ

Семёнов А.П.<sup>а</sup>, Зайцев Б.Д.<sup>а</sup>, Теплых А.А.<sup>а</sup>, Бородина И.А.<sup>а</sup>

<sup>а</sup>Саратовский филиал института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Саратов

Тел.: +7 (8452) 39-12-33; Факс: +7 (8452) 27-24-01; E-mail: alex-sheih@ya.ru

Созданы три макета акустического интерферометра на частоты 2.5, 5 и 10 МГц. Каждый интерферометр состоял из двух преобразователей продольной акустической волны, один закреплялся в основании жидкостного контейнера, а второй мог перемещаться с точностью 10 мкм. Контейнер заполнялся исследуемой жидкостью. В непрерывном режиме преобразователи подключались к анализатору цепей, измеряющему коэффициент прохождения S12. Измерялась зависимость S12 от расстояния между преобразователями на фиксированной частоте, которая позволяла найти скорость акустической волны. Указанные зависимости также рассчитывались в представлении жидкости стандартной T-образной схемой, нагруженной преобразователями. Подбирались значения сопротивления в плоскости преобразователей