

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Актуальні питання методики навчання природничо-математичних дисциплін

*Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської
науково-практичної конференції*

(14-15 квітня 2011 року, м. Херсон)

УДК 74.202.2
53(07)+51
Ш 70

Пошук молодих. Випуск 18. Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції "Актуальні питання методики навчання природничо-математичних дисциплін"
Укладач: Шарко В.Д. - Херсон: ПП Вишемирський В.С., - 2011. – 280с.

Збірник містить матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції "Актуальні питання методики навчання природничо-математичних дисциплін" проведеної на факультеті фізики, математики та інформатики Херсонського державного університету 14-15 квітня 2011 року.

Статті систематизовано за розділами:

- ❖ Актуальні питання навчання фізики у вищих навчальних закладах і загальноосвітніх школах.
- ❖ Проблеми навчання математики і інформатики та підходи до їх розв'язання.
- ❖ Навчання природничих дисциплін як методична проблема.
- ❖ Науково-дослідницька робота як елемент навчання учнів і студентів.

Рекомендується для науковців, методистів, учителів і студентів.

Редакційна колегія:

- | | |
|----------------|---|
| Шарко В.Д. | — завідувач кафедри фізики ХДУ, доктор педагогічних наук, професор. |
| Сидорович М.М. | — доктор педагогічних наук, доцент кафедри фізіології людини та тварин ХДУ. |
| Івашина Ю.К. | — кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики ХДУ. |
| Немченко О.В. | — кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики ХДУ. |
| Таточенко В.І. | — кандидат педагогічних наук, доцент кафедри математики ХДУ. |

*Відповідальність за точність викладених у публікаціях фактів
несуть автори*

Рекомендовано до друку Вченою радою факультету фізики математики та інформатики Херсонського державного університету (протокол № 7 від 21.03.2011р).

ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТЫ ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ КОНДЕНСАТОРОВ

Немченко О.А., Немченко А.В.

Херсонский государственный университет

Одним из наиболее важных элементов туннельного микроскопа является манипулятор, служащий для прецизионного перемещения зонда относительно образца. В большинстве случаев, в этом устройстве используется явление пьезоэффекта. Приложенное к пьезоэлементу, сравнительно большое, легко регистрируемое, электрическое напряжение, в пределах $10\div 100\text{В}$, вызывает перемещения иглы – зонда на расстояния порядка десятков микрометров. В качестве материала пьезоэлементов применяют сегнетоэлектрики типа титаната бария BaTiO_3 . Еще лучшими свойствами обладает керамика ЦТС-19, на основе твердого раствора цирконата и титаната свинца. К сожалению, в доступном виде, ЦТС-19 встречается только в высоковольтных столбиках бытовых пьезозажигалок. Задача получения высокого, достаточного для образования искры, напряжения диктует большие линейные размеры этих элементов, около $10\div 20\text{мм}$. Соответственно, для получения заметной механической деформации, тоже нужны напряжения порядка тысяч Вольт, что неудобно для практических целей. С другой стороны, используемые для получения звука унимоформные пьезоизлучатели, имеют высокую чувствительность к вибрации.

В электронике широко применяются дешевые и надежные керамические конденсаторы на основе титаната бария. Среди множества их конструкций можно выделить конденсаторы литые реакционные КЛС и трубчатые КТ-1.

Большие значения емкости, при малых геометрических размерах, позволяют предположить, что диэлектриком служит сегнетоэлектрик, а его толщина между обкладками достаточно мала. Последнее обстоятельство позволяет получить большую напряженность поля при разумных значениях внешнего управляющего напряжения.

Форма и конструкция этих конденсаторов хорошо подходит для создания манипуляторов. В исходном состоянии диэлектрик этих конденсаторов не проявляет пьезосвойств, так как не поляризован. Более того, при пайке происходит нагрев конденсатора до температуры выше точки Кюри и случайно возникшая поляризация пропадает [2]. Только при очень высоких, до 300В , переменных напряжениях можно услышать акустический писк, да и то, на резонансных частотах, обычно $1\div 5\text{ кГц}$, в зависимости от размеров и формы тела

конденсатора. Анализ литературы по технологии пьезокерамики [1] подсказывает, что для проявления пьезосвойств диэлектрик конденсатора можно поляризовать путем нагрева выше температуры Кюри, с последующим охлаждением под напряжением. Рекомендуемые значения напряженности поля 1000В/м, при толщине диэлектрика 0,3 мм, соответствуют напряжению 300В. Это в несколько раз превышает допустимое рабочее напряжение конденсаторов, но, как показали дальнейшие эксперименты, не вызывает немедленного пробоя за время охлаждения конденсатора.

В качестве образцов были выбраны: трубчатый конденсатор КТ-1 и «кубический» КЛС номинальной емкостью по 10нФ каждый. Поскольку точный химический состав керамики был неизвестен, то была исследована температурная зависимость емкости. Результаты измерений (рис.1), показали, что уже при 80°C, емкость, а значит и диэлектрическая проницаемость, уменьшается вдвое, что свидетельствует о распаде доменной структуры при переходе выше точки Кюри [2]. В таком состоянии, к конденсатору, нагретому до 100°C, подключался источник напряжения 300В. Нагреватель выключался, и конденсатор остывал до комнатной температуры в течение 60 минут.

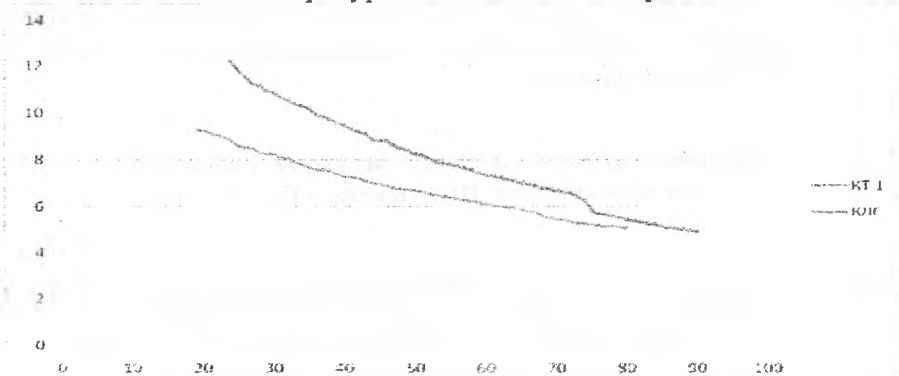


Рис.1 Температурная зависимость емкости керамических конденсаторов.

Дальнейшая проверка с помощью макета туннельного микроскопа, собранного на основе униформного диска показала, что у поляризованных керамических конденсаторов появились явно выраженные пьезосвойства, причем, направление деформации изменяется при перемене полярности управляющего напряжения. Крутизна характеристики, измеренная оптическими методами, составила 2 нм/В для трубчатого конденсатора и 1,2 нм/В для конденсатора КЛС, что вполне объяснимо его меньшей длиной в рабочем направлении.

Учитывая низкую теплостойкость поляризованных конденсаторов, предлагается осуществлять поляризацию диэлектрика уже после окончательной сборки 3-х мерного наноманипулятора. Для этого, применяемые в его конструкции материалы должны выдерживать нагрев выше 100°C, что вполне допустимо для эпоксидных смол и фторопласта.

Література.

1. Сагателян Г. Р. Технология изготовления пьезоэлектрических преобразователей для аппаратов ультразвуковой терапии, диагностики и хирургии [Текст]: учебное пособие: [для студ. высших учебных заведений по специальности «Технология приборостроения»] / Г. Р. Сагателян - М.: Изд-во МГТУ, 1993. - 64 с.
2. Пасынков В.В. Материалы электронной техники [Текст]: учебник: [для студ. вузов, обучающихся по специальностям «Полупроводники и диэлектрики» «Полупроводниковые и микроэлектронные приборы»] / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин - М.: Высш. шк., 1986. - 367с.