

## ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПЛЕНКИ НА СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДЛОЖКЕ

А.А.АГАСИЕВ, М.М.ПАНАХОВ, М.З.МАМЕДОВ, С.Н.САРМАСОВ

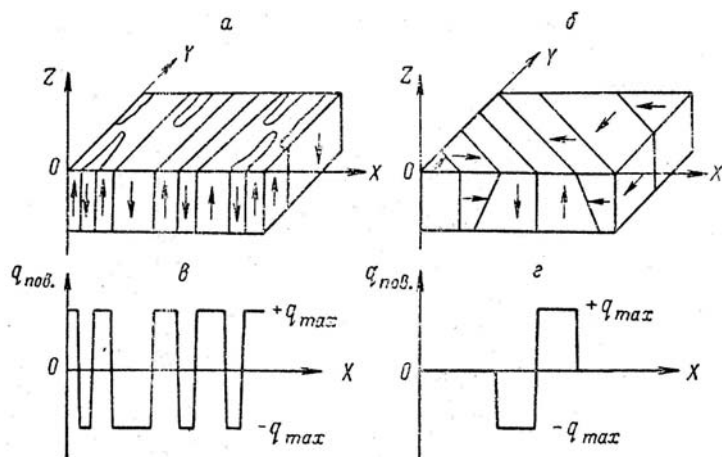
*Бакинский Государственный университет  
AZ 1148, Баку, ул. З.Халилова 23*

Рассмотрено влияние потенциального рельефа сегнетоэлектрической подложки на проводимость пленок PbTe и SnO<sub>2-x</sub>. Совершенствуя подготовку поверхности подложки и технологию нанесения пленок, нам удалось получить управляемые тонкопленочные резисторы с кратностью, достигающей 10<sup>4</sup>, и достаточно высоко стабильные.

В ряде работ показана возможность создания управляемых тонкопленочных резисторов с памятью (УТР) на основе структуры сегнетоэлектрик – полупроводник [1-3]. Недостатком таких элементов является значительная временная нестабильность уровней проводимости, что усложняет возможность практического использования УТР для значительного хранения информации. Длинновременные релаксации проводимости в таких структурах объясняют двумя причинами: деполяризацией сегнетоэлектрика и влиянием окружающей атмосферы на свободную поверхность пленки. Однако изучение стабильности остаточной поляризации сегнетоэлектриков, сравнение характеристик элементов, изготовленных на разных подложках, а также герметизации УТР в вакууме или инертной среде показали, что эти факторы в большинстве случаев не являются основными причинами нестабильности.

Полагая существование на поверхности сегнетоэлектрической подложки случайно-неоднородного потенциального рельефа (Рис.1), мы рассмотрели модель УТР. Наличие рельефа обусловлено полидоменной структурой сегнетоэлектриков независимо от величины и знака переполяризующего напряжения в сегнетоэлектрике сохраняются домены с разным направлением спонтанной поляризации. Различные участки полупроводниковой пленки, нанесенной на

поверхность сегнетоэлектрика, находятся в состоянии обеднения или обогащения в зависимости от величины и знака поверхностного поляризационного заряда отдельных доменов.



**Рис.1.**

Схема доменной структуры (а,б) и график изменения поверхностного заряда спонтанной поляризации (в,г) по оси X для монокристаллов ТГС (а,в) и тетрагонального BaTiO<sub>3</sub> (б, г) в деполяризованном состоянии.

Если полупроводниковая пленка достаточно тонкая (толщина не больше глубины проникновения поля), а длина и ширина ее существенно превышает линейные размеры доменов, то свойства пленки могут быть описаны закономерностями, характерными для неоднородных полупроводников [4]. Проводимость ее подчиняется зависимости

$$\sigma = \sigma_0 \exp(-E_{др}/kT),$$

где высота дрейфового барьера определяется, в основном, материалом и состоянием поляризации подложки. Кратность модуляции проводимости полупроводниковой пленки при переполяризации подложки определяется изменением высоты дрейфового барьера и может быть описана выражением

$$K = \exp(|\Delta E_{др}|/kT).$$

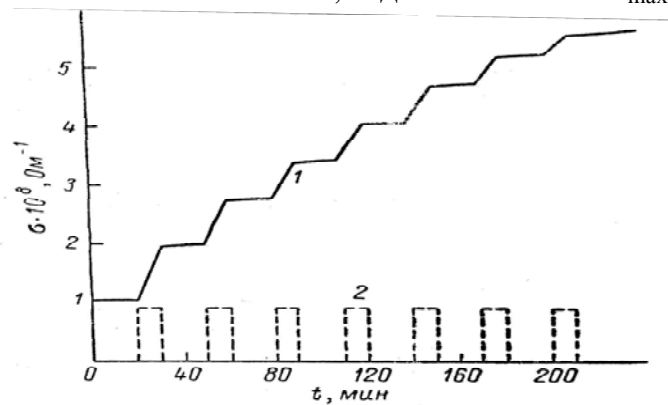
Это позволяет объяснить нестабильность уровней проводимости УТР генерационно–рекомбинационными процессами в полупроводниковой пленке с учетом пространственного разделения носителей потенциальным рельефом подложки. Если проводимость УТР соответствует  $\sigma_{min}$ , то пространственное разделение носителей заряда разных знаков приводит к преобладанию тепловой генерации над рекомбинацией, постепенному накоплению носителей и увеличению  $\sigma_{min}$ . Квазистационарное состояние устанавливается при понижении высоты рекомбинационного барьера для несвободных носителей до величины (2-3) kT. После переполяризации УТР (состояние  $\sigma_{max}$ ) уменьшается площадь участков, соответствующих обедненному состоянию полупроводниковой пленки, которое приводит к снижению высоты рекомбинационного барьера по сравнению с квазиравновесной для  $\sigma_{min}$ , что обуславливает преобладание рекомбинации над генерацией и соответственно уменьшение  $\sigma_{max}$ .

В узкозонных полупроводниках, например Те, генерационно – рекомбинационные процессы при  $T \approx 20^\circ\text{C}$  носят межзонный характер, и поэтому временная нестабильность уровней проводимости является неустранимой.

Наблюдавшуюся нестабильность проводимости УТР [3,4] с широко зонными полупроводниками можно объяснить высокой концентрацией компенсирующих примесей и ловушек в объеме пленки и на границе ее с подложкой. Совершенствуя подготовку поверхности подложки и технологию нанесения пленки, можно добиться существенного улучшения стабильности характеристик УТР.

Мы использовали в качестве подложки мелкозернистую горячепрессованную керамику на основе цирконата – титаната свинца (ЦТС) и пленок двуокиси олова, а также РbТе. Пленки осаждали методом магнетронного распыления при постоянном токе [5]. Нами удалось получить УТР с кратностью к, достигающей  $10^4$ , и достаточно высокой стабильностью. Так, у элементов изменения проводимости  $\sigma_{min}$  не превышало 18% в течение первого часа хранения и 28% в течение 10ч., а для состояния  $\sigma_{max}$  – 4 и 12%, соответственно. Достаточно

высокая кратность и временная стабильность позволяют использовать такие структуры в качестве бистабильных и многоуровневых резисторов с памятью.



**Рис.2.**

Изменение проводимости (1) пленки  $\text{SnO}_{2-x}$  на подложке из керамики ЦТСНВ –1 при комнатной температуре под действием импульсов света (2) с длиной волны 0,5мкм и интенсивностью  $3 \cdot 10^{15}$  кв/см<sup>2</sup>·с.

Потенциальный рельеф подложки влияет также на фотоэлектрические свойства полупроводниковой пленки. Повышается фоточувствительность по сравнению с пленками, осажденными на ситалловую подложку.

Наблюдается эффект остаточной фотопроводимости с временем релаксации  $10^7$  с при комнатной температуре, что указывает на большую высоту рекомбинационных барьеров.

Действием импульсов света с длиной волны близкой к красной границе собственного поглощения полупроводника удается получать области не перекрывающихся стабильных уровней остаточной фотопроводимости (Рис.2), при этом отклонение уровня проводимости пленки  $\text{SnO}_{2-x}$ , достигнутого фотовозбуждением, менее 3% за один час хранения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Величина фотопроводимости, устанавливаемая при воздействии серии световых импульсов, зависит от величины и знака остаточной поляризации подложки. Следовательно, сопротивление УТР можно регулировать по очередным воздействиям импульсов электрического поля и света, что представляет практический интерес.

1. В.Г.Буткевич, В.Д.Бочков, Е.Р.Глобус, *Прикладная физика*, №6 (2001) 66.
2. И.Р.Нуриев, М.И.Абдуллаев, С.С.Фарзалиев, *Тезисы докладов XVI Международной научно-технической конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения, ОРИОН, Москва, (2000) 94.*
3. А.И.Дирочка, А.С.Кононов, П.С.Серебренников, Н.А.Сулейманов, *Прикл. физ.*, №2 (2003) 85.
4. Б.И.Шкловский, А.Л.Эфрос, *УФК*, **117** (1975) 401.
5. А.А.Агасиев, *Формирование и электрофизические свойства пленок сложных металлооксидов, дисс. на соискание степени докт. Физ.-мат. Наук, Баку, (1995).*

### SEQNETOELEKTRİK ALTLIQLI YARIMKEÇİRİCİ TƏBƏQƏLƏRİN KEÇİRİCİLİYİ

A.A. AĞASIYEV, M.M. PƏNAHOV, M.Z. MƏMMƏDOV, S.N. SƏRMƏSOV

PbTe və  $\text{SnO}_{2-x}$  təbəqələrinin keçiriciliyinə seqnetoelektrik altlıqların potensial relyefin təsiri araşdırılmışdır. Altlıq səthinin hazırlanması və nazik təbəqənin çökdürülmə texnologiyasını təkmilləşdirərək  $10^4$  tərtibində və kifayət qədər böyük stabilliyə malik olan idarə olunan nazik təbəqəli rezistorlar alınmışdır.

### CONDUCTANCE OF SEMICONDUCTIVE FILMS ON THE SEQNETOELECTRIC SUBSTRATES

A.A. AGASIEV, M.M.PANAKHOV, M.Z. MAMMADOV, S.N. SARMASOV

In this paper the effect of pothentive barrier of seqnetoelectric substrates on the conductance of PbTe and  $\text{SnO}_{2-x}$  films has been investigated. We have prepared controlled thin-resistors with gain of  $k=10^4$ , and high stability, improving surface preparation of substrate and depositing technology of the films.

Редактор: Дж.Абдинов