

УДК 538.971

ЭЛЕМЕНТ ПАМЯТИ НА ОСНОВЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ $\text{ZnO:Li}\|\text{LaB}_6$

Н.Р. АГАМАЛЯН, Т.А. АСЛАНЯН, Э.С. ВАРДАНЯН, Е.А. КАФАДАРЯН,
Р.К. ОВСЕПЯН[†], С.И. ПЕТРОСЯН, А.Р. ПОГОСЯН

Институт физических исследований НАН Армении, Аштарак

[†]e-mail: ruben@ipr.sci.am

(Поступила в редакцию 5 сентября 2012 г.)

Созданы и исследованы сегнетоэлектрические полевые транзисторы с использованием пленок ZnO:Li одновременно в качестве канала полевого транзистора и сегнетоэлектрического активного элемента. Показана возможность использования сегнетоэлектрического полевого транзистора на основе пленок ZnO:Li в гетероструктуре $\text{ZnO:Li}\|\text{LaB}_6$ в качестве бистабильного элемента памяти для записи информации. Предложенная структура сегнетоэлектрического элемента памяти не обладает усталостью при многократном считывании однократно записанной информации, что позволит существенно увеличить ресурс устройств памяти.

1. Введение

Наличие двух устойчивых состояний спонтанной поляризации сегнетоэлектриков и длительное время релаксации этих состояний (~ 10 лет) делает их перспективными для энергонезависимых запоминающих устройств. Большая величина запасенной электрической энергии позволяет достичь огромной плотности записи информации с высоким отношением сигнал/шум. В сегнетоэлектриках с величиной спонтанной поляризации $P_s = 1$ мкКл/см² переключение поляризации приводит к изменению плотности поверхностного заряда на величину примерно 6×10^{12} электрон/см², поэтому заряд на площади 1 мкм² может считываться с отношением сигнал/шум ~ 1000 , что соответствует 10^4 электронам на единицу информации. Сегнетоэлектрическая память (FeRAM) на основе сегнетоэлектрического полевого транзистора (FFET) имеет определенные преимущества перед другими видами памяти вследствие низкого энергопотребления и малого времени доступа к ячейке памяти [1,2]. В настоящее время ведутся исследования схемотехнических решений для создания энергонезависимой флеш-памяти на основе FFET [1-4]. Привлекательность идеи интеграции сегнетоэлектриков с микроэлектронными технологиями обусловлена их уникальными физическими свойствами, что позволяет создавать на их основе новые клас-

сы устройств приема, хранения и обработки информации, используя традиционные для микроэлектроники технологии.

Пленки ZnO относятся к широкозонным полупроводникам с электронным типом проводимости [5]. Важным достоинством этих пленок является возможность управления их свойствами, типом и величиной проводимости введением донорной или акцепторной примеси. Акцепторная примесь Li уменьшает проводимость и меняет тип проводимости с электронного на дырочный [6]. Пленки ZnO – пьезоэлектрики и не обладают спонтанной поляризацией, но введение в пленку примеси Li делает их сегнетоэлектриками. Для пленок $Zn_{0.85}Li_{0.15}O$ получены значения спонтанной поляризации $P_s = 0.6$ мкКл/см² и коэрцитивного поля $E_c = 45$ кВ/см [7-9]. Эти пленки могут использоваться в качестве канала прозрачных полевых транзисторов.

Пленки гексаборида лантана LaB₆, характеризующиеся металлическим типом проводимости и имеющие электронную проводимость $\sigma \approx 100$ (Ом см)⁻¹ и работу выхода $\phi_m \approx 2.6$ эВ [10] могут быть использованы в качестве электродов.

В настоящей работе разработаны и исследованы гетероструктуры нового типа на основе сегнетоэлектрической пленки ZnO:Li, которая выполняет две основные функции – канала полевого транзистора и бистабильного сегнетоэлектрического элемента для записи информации. Отметим, что предварительные результаты данной работы были опубликованы в [11-13].

2. Методика эксперимента

Чистые и легированные литием пленки оксида цинка ZnO [13,14] и гексаборида лантана LaB₆ [15] были получены методом электронно-лучевого напыления в вакууме с использованием в качестве подложек пластин сапфира C-ориентации. Мишени для напыления изготавливались методом твердофазного синтеза с добавлением в ZnO примеси Li₂CO₃. Концентрация лития в мишени составляла 10 ат%. Все пленки были изготовлены в одинаковых условиях: энергия электронов 6 кэВ, температура подложки $250 \pm 1^\circ\text{C}$ и скорость роста 0.14 нм/сек. Структура тонкопленочного полевого транзистора была получена с использованием маски-трафарета. На подложку сначала напыляли пленку ZnO:Li, затем тонкие пленки металлического алюминия, которые служили стоком и истоком. Для исключения десорбции–адсорбции кислорода и деградации поверхности пленка ZnO:Li покрывалась слоем MgF₂ [16]. Пленки металлического алюминия и фторида магния были получены методом термического напыления.

Величина спонтанной поляризации P_s сегнетоэлектрических пленок ZnO:Li определялась при помощи схемы Сойера–Тауэра с использованием алюминиевых электродов. Исследование процессов усталости при записи и считывании информации в сегнетоэлектрических пленках проводилось с помощью этой же схемы. Для измерений был использован сигнал прямоугольной формы, который подавался на сегнетоэлектрик. Время нарастания переднего фронта импульса составляло не более 10 нс. Исследовалось изменение токов

переполаризации в процессе многократного циклического переключения на пленках различной толщины при изменяющихся внешних параметрах – частоте и амплитуде внешнего поля, а также изменение максимума тока и времени переключения с ростом числа циклов переключения N .

3. Результаты и их обсуждение

3.1. Характеристики сегнетоэлектрических пленок ZnO:Li и гетероструктуры LaB₆/AlP/ZnO:Li

Пленки ZnO:Li, полученные методом электронно-лучевого напыления в вакууме и обладающие дефицитом кислорода, дополнительно отжигались на воздухе для уменьшения кислородных вакансий и, как следствие, уменьшения донорных центров. При этом проводимость пленок уменьшалась до $0.5 \times 10^{-3} \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$. В результате отжига были получены компенсированные полупроводники, содержащие как донорные, так и акцепторные центры с холловской подвижностью носителей заряда $\mu_{\text{Hall}} = 80 \text{ см}^2\text{В}^{-1}\text{с}^{-1}$ и эффективной полевой подвижностью $\mu_{\text{FE}} = 15 \text{ см}^2\text{В}^{-1}\text{с}^{-1}$. Пленки ZnO:Li с такими характеристиками позволили создать тонкопленочные полевые транзисторы с крутизной $S = 1 - 10 \text{ мАПВ}$ и коэффициентом шума $K = 3 - 10 \text{ нВ Гц}^{-1}\text{П}^2$ полевого транзистора в рабочей точке [17]. Сегнетоэлектрические измерения показали, что пленки ZnO:Li, полученные методом электронно-лучевого напыления, имеют спонтанную поляризацию $P_s \approx 1 \text{ мКлПсм}^2$ и коэрцитивное поле $E_c \approx 10 \text{ кВПсм}$. Сегнетоэлектрические пленки ZnO:Li одновременно являются полупроводниками n -типа и обладают эффективной полевой подвижностью.

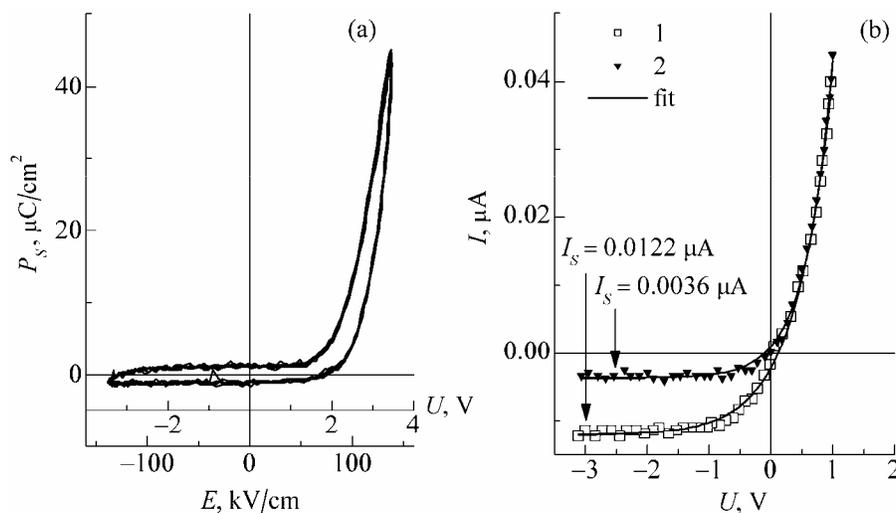


Рис.1. а) Петля гистерезиса и б) вольтамперная характеристика структуры AlP/ZnO:Li/LaB₆. Кривая 1 – направление спонтанной поляризации пленки ZnO:Li от Al к LaB₆ (AlP $P_s \rightarrow$ LaB₆), и кривая 2 – антипараллельное направление спонтанной поляризации AlP $P_s \leftarrow$ LaB₆.

На рис. 1а представлена петля гистерезиса, полученная при помощи схемы Сойера–Тауэра, в которой наблюдается асимметрия, обусловленная различием вольтамперных характеристик переходов Al|ZnO:Li и ZnO:Li|LaB₆. Проведенные измерения вольтамперных характеристик (ВАХ) переходов Al|ZnO:Li и ZnO:Li|LaB₆ на постоянном токе с использованием полей ниже коэрцитивного поля представлены на рис. 1б. Переход ZnO:Li|LaB₆ имеет нелинейную ВАХ и является выпрямляющим контактом, а переход Al|ZnO:Li имеет линейную ВАХ и является омическим контактом. Кривая 1 на рис. 1б соответствует случаю, когда спонтанная поляризация пленки ZnO:Li направлена от Al к LaB₆ (Al|P_S → |LaB₆), а кривая 2 соответствует случаю, когда спонтанная поляризация сегнетоэлектрика антипараллельна предыдущему состоянию (Al|P_S ← |LaB₆).

Для выяснения такой разницы в поведении полученные ВАХ были аппроксимированы выражениями $I = I_s (\exp(|e|U/k_B T) - 1)$, где ток насыщения $I_s = A^* T^2 \exp(-\phi_B/k_B T)$, k_B – постоянная Больцмана, U – напряжение смещения, T – температура, A^* – эффективная постоянная Ричардсона и ϕ_B – высота барьера Шоттки. Неэквивалентность противоположных поверхностей пленки, перпендикулярных спонтанной поляризации, обусловлена внутренним экранированием спонтанной поляризации в сегнетоэлектрике [18]. Это означает, что электронное сродство χ_i на противоположных поверхностях пленки имеет разную величину, обозначенную через индекс i (+ и –). Высота барьера Шоттки ϕ_{Bi} перехода металл–полупроводник для сегнетоэлектриков равна $\phi_{Bi} = (\phi_m - \chi_i)$, где ϕ_m – работа выхода металла. Изменение электронного сродства $\Delta\chi = \chi_- - \chi_+$, обусловленное экранированием спонтанной поляризации, можно оценить из выражения $\Delta\chi = (e^3/4\pi\epsilon)^{1/2} F^{1/2}$, где $\epsilon = 9.7 \times 10^{-11}$ ФПм – диэлектрическая проницаемость и F – напряженность электрического деполяризующего поля. Вблизи поверхности сегнетоэлектрической пленки в области экранирования спонтанной поляризации имеется слой с деполяризующим зарядом, не равным нулю. Из-за деполяризующего заряда появляется электрическое поле $F = 0.1E_C = 2 \times 10^6$ ВПм. Расчетная величина изменения электронного сродства, обусловленного экранированием спонтанной поляризации, для сегнетоэлектрических пленок ZnO:Li равна $\Delta\chi = 0.0162$ эВ. Высота барьера Шоттки для отрицательной полярной поверхности равна $\phi_{B-} = (\phi_m - \chi_S - \Delta\chi)$ и для положительной полярной поверхности $\phi_{B+} = (\phi_m - \chi_S + \Delta\chi)$, где $\chi_S = 3.46$ эВ – электронное сродство несегнетоэлектрических пленок ZnO. Высота барьера Шоттки равна $\phi_{B-} = 0.7738$ эВ и $\phi_{B+} = 0.8062$ эВ, соответственно, для отрицательной и положительной полярных поверхностей сегнетоэлектрической пленки ZnO.

На основе данных о высоте барьера Шоттки можно рассчитать величину тока насыщения $I_{S-} = 0.0037$ АПм² и $I_{S+} = 0.0128$ АПм², соответственно, для отрицательной и положительной полярных поверхностей сегнетоэлектрической пленки ZnO. Расчетная величина тока насыщения хорошо совпадает с экспериментальными результатами рис. 1б.

3.2. Принцип работы схемы элемента энергонезависимой памяти

Для записи информации предлагается использовать параллельные и антипараллельные направления спонтанной поляризации сегнетоэлектрического домена. В результате приложения импульсного электрического поля к тонкопленочному сегнетоэлектрическому образцу он изменяет первичное состояние поляризации, если направление поля антипараллельно направлению домена, и не изменяет состояние поляризации, если приложенное поле параллельно направлению домена.

Для считывания информации применяются два метода – разрушающий и неразрушающий информацию. Первый метод электрического считывания записанной информации заключается в приложении к каждому элементу памяти электрического поля, превышающего коэрцитивное поле. В элементах с поляризацией, направленной против приложенного поля, происходит переключение поляризации, которое сопровождается большим током смещения, в то время как в элементах с противоположной ориентацией поляризации возникает лишь небольшой ток смещения. Такое считывание разрушает записанную информацию, и поэтому ее необходимо перезаписать после считывания. Частая перезапись при считывании с разрушением информации приводит к ”усталости”. Сегнетоэлектрическая пленка может переключаться из одного состояния в другое только определенное количество раз, после чего переключения больше не происходит, поэтому более эффективным является неразрушающее считывание информации.

Привлекательными для использования в сегнетоэлектрических системах памяти являются схемы, в которых направление поляризации определяется без ее переключения. В работах [18,19] исследовался «собственный» эффект поля в объемных сегнетоэлектриках. В частности, в [19] исследования были проведены на кристаллах BaTiO_3 , отожженных в атмосфере водорода, что снижало их поверхностное сопротивление. Переключение поляризации приводило к изменению сопротивления вдоль поверхности (001) в пять раз. Это происходит из-за деполяризующего поля, которое имеет максимальную величину в области поверхности и приводит к изменению поверхностной проводимости.

На рис.2 представлена экспериментальная схема элемента энергонезависимой памяти на основе тонкопленочного (ZnO:Li) полевого сегнетоэлектрического транзистора. Полевой транзистор изготовлен на подложке кристаллического сапфира. На затвор полевого транзистора генератор подает двоякие импульсы положительной и отрицательной полярности. Первый импульс приводит к переключению поляризации, второй импульс той же полярности осуществляет зондирование состояния поляризации. В качестве омических контактов истока и стока использовался металлический алюминий, который наносился на поверхность пленки ZnO:Li в виде параллельных полос с зазором 5 мкм. При измерениях полевой транзистор включался по схеме дифференциального усилителя с общим истоком. Сигналы с выходов X и Y поступали на цифровой ос-

циллограф: сигнал с выхода X позволял контролировать ток переключения поляризации сегнетоэлектрической пленки ZnO:Li, а информационный выход Y позволял контролировать падение напряжения исток-сток, обусловленное направлением спонтанной поляризации (параллельное или антипараллельное).

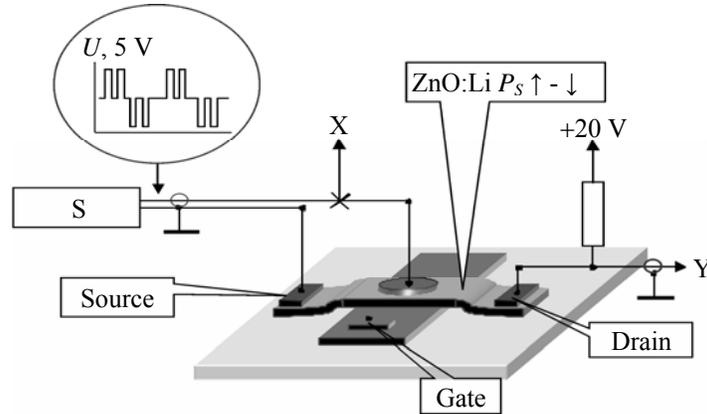


Рис.2. Схема элемента энергонезависимой памяти на основе полевого сегнетоэлектрического транзистора: S – генератор парных импульсов, X – выход тока переключения спонтанной поляризации и Y – информационный выход на цифровой осциллограф.

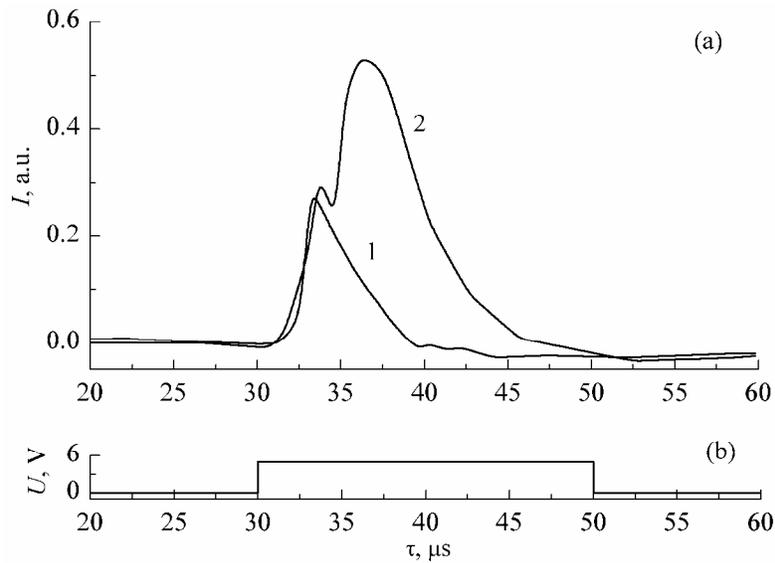


Рис.3. а) Зависимость тока переключения I от времени в сегнетоэлектрической пленке ZnO:Li. Кривая 1 – полярность напряжения переключения параллельна спонтанной поляризации и переключения не происходит; кривая 2 – полярность напряжения переключения антипараллельна спонтанной поляризации и происходит переключение поляризации. б) Зависимость приложенного электрического поля U от времени.

Измеренные по этой схеме зависимости тока переключения I и приложенного электрического поля U от времени представлены на рис.3. Электрическое поле подавалось на сегнетоэлектрическую пленку ZnO:Li в виде прямоугольного импульса и измерялась зависимость тока смещения от времени. Типичные кривые тока представлены на рис.3а. Когда приложенное поле параллельно спонтанной поляризации P_s , переключения спонтанной поляризации не происходит и наблюдается только ток смещения (кривая 1). Когда же электрическое поле антипараллельно спонтанной поляризации, то происходит ее переключение и наряду с током смещения наблюдается и ток переключения (кривая 2).

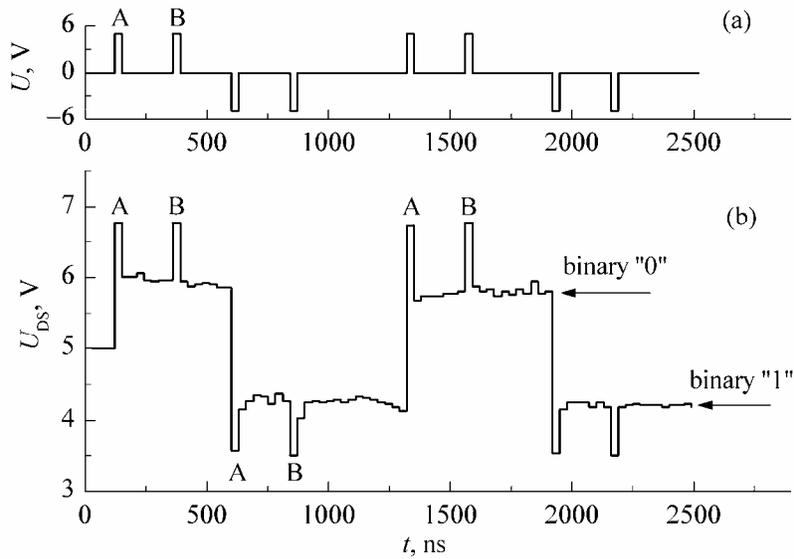


Рис.4. а) Зависимость приложенного электрического поля и от времени для элемента (бита) энергонезависимой памяти; б) зависимость напряжения исток–сток U_{DS} сегнетоэлектрического полевого транзистора от времени.

На рис.4а приведена временная диаграмма напряжения на затворе полевого транзистора. Для записи бинарного сигнала «0» на затвор подается положительный импульс, а для записи бинарного сигнала «1» подается отрицательный импульс. На рис.4б представлена соответствующая зависимость напряжения исток-сток сегнетоэлектрического полевого транзистора от времени и показаны уровни бинарных сигналов «0» и «1». На затвор полевого транзистора подаются сдвоенные импульсы (рис.4а). Импульсы А приводят к переключению направления спонтанной поляризации P_s , т.е. записывается информация, а импульс В зондирует направление спонтанной поляризации, т.е. считывается информация без ее разрушения. Изменение направления спонтанной поляризации приводит к существенному изменению тока стока I_D и, как следствие, к изменению величины падения напряжения U_{DS} исток–сток. Такое состояние сохра-

няется в течение 10^6 секунд, при этом изменение напряжения исток-сток не превышает 5%. На рисунке представлены зависимости напряжения исток-сток от времени для случая, когда подаваемые на затвор полевого транзистора импульсы создают в слое сегнетоэлектрического канала транзистора напряженность электрического поля, превышающую величину коэрцитивного поля. Величина напряжения исток-сток при отрицательной и положительной остаточной поляризации сегнетоэлектрика составляла 5.8 В и 4 В, соответственно. Таким образом, разница между уровнями бинарных сигналов «0» и «1» составляет 1.8 В.

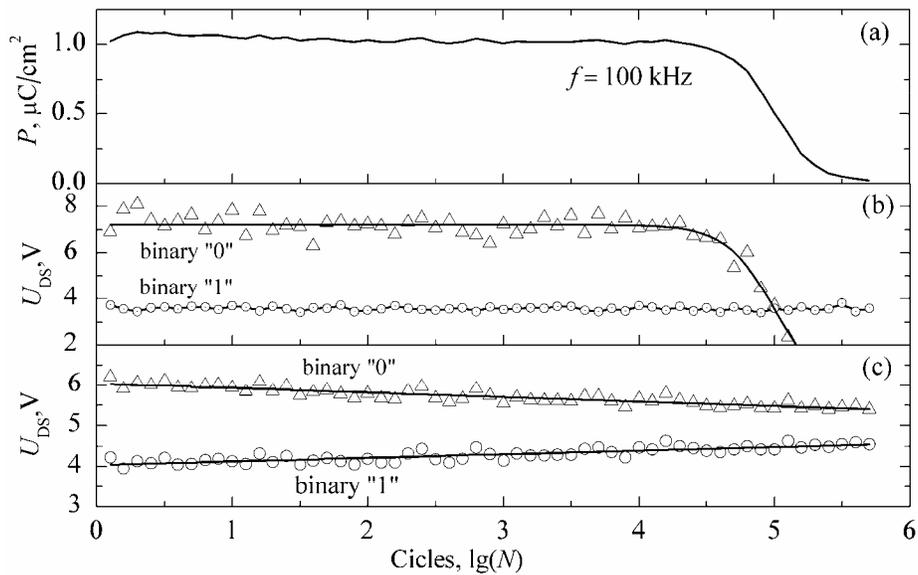


Рис.5. а) Зависимость переключаемой поляризации от числа циклов переключения N для пленок ZnO:Li при частоте внешнего сигнала 100 кГц и напряженности поля 300 кВ/см; б) зависимость напряжения исток-сток сегнетоэлектрического полевого транзистора от числа циклов переключения N в режиме записи-считывания; в) зависимость напряжения исток-сток сегнетоэлектрического полевого транзистора от числа циклов переключения N в режиме считывания записанной информации.

Для гетероструктуры ZnO:Li/LaB₆ исследовался процесс усталости (уменьшения переключаемой поляризации от числа циклов) в двух режимах. Первым режимом является запись-считывание информации и вторым режимом – считывание записанной информации. На рис.5а представлена зависимость переключаемой поляризации от числа циклов переключения N для пленок ZnO:Li в гетероструктуре ZnO:Li/LaB₆ при частоте внешнего сигнала 100 кГц и напряженности поля 300 кВ/см. На рис.5б показана зависимость напряжения исток-сток сегнетоэлектрического полевого транзистора от числа циклов переключения N в режиме запись-считывание. Сегнетоэлектрические пленки

ZnO:Li выдерживают 10^5 циклов переключения. Для объяснения наблюдаемой в эксперименте усталости тонких сегнетоэлектрических пленок в настоящее время предлагается целый ряд моделей [20], объясняющих наблюдаемое уменьшение переключаемой поляризации закреплением доменных границ дефектами, механическими повреждениями сегнетоэлектрика или электродов и т.п. Степень указанного закрепления растет с ростом N из-за накопления дефектов вблизи поверхности в результате многократного переключения, что и приводит к уменьшению переключаемого объема, а следовательно, и максимального значения тока переключения. На рис.5с представлена зависимость напряжения исток-сток сегнетоэлектрического полевого транзистора от числа циклов переключения N в режиме считывания однократно записанной информации. Как видно из полученных экспериментальных данных, предложенная в работе структура сегнетоэлектрического элемента памяти не обладает усталостью в режиме многократного считывания однократно записанной информации. В традиционных схемах сегнетоэлектрической памяти (FeRAM) на основе сегнетоэлектрического полевого транзистора (FFET) считывание информации сопровождается переключением поляризации, поэтому количество циклов считывания ограничено. В предложенной структуре считывание информации не сопровождается переключением поляризации, поэтому количество циклов считывания практически не ограничено.

4. Заключение

Показана возможность создания сегнетоэлектрического полевого транзистора на основе гетероструктуры ZnO:Li|PLaB₆, в которой слой ZnO:Li выполняет роль одновременно канала полевого транзистора и сегнетоэлектрического бистабильного элемента для записи информации. Изготовлена модель полевого транзистора, в котором разница напряжений исток-сток при отрицательной и положительной остаточной поляризации сегнетоэлектрика составила 1.8 В. Предложены схемы сегнетоэлектрической памяти (FeRAM), в которых считывание информации происходит без ее разрушения, что позволит существенно увеличить ресурс таких устройств.

Работа выполнена в рамках государственного финансирования Республики Армения и грантов ANSEF № 2951 и ANSEF № 2177.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Y.Kaneko, Y.Nishitani, H.Tanaka, M.Ueda, Y.Kato, E.Tokumitsu, E.Fujii.** J. Appl. Phys., **110**, 084106 (2011).
2. **S.M.Yoon, S.Yang, S.H.K.Park.** J. Electrochem. Soc., **158**, H892 (2011).
3. **J.F.Scott.** Ferroelectric Memories. Berlin, Springer, 2001.
4. **М.Лайнс, А.Гласс.** Сегнетоэлектрики и родственные им материалы. М., Мир, 1981.
5. **N.R.Aghamalyan, I.A.Gambaryan, E.Kh.Goulanian, R.K.Hovsepian, R.B.Kostanyan, S.I.Petrosyan, E.S.Vardanyan, A.F.Zerrouk.** Semicond. Sci. Technol., **18**, 525 (2003).
6. **Н.Р.Агамалян, Р.К.Овсепян, С.И.Петросян.** Изв. НАН Армении, Физика, **43**, 274 (2008).

7. A.Dhananjay, S.Singh, J.Nagaraju, S.B.Krupanidhi. Appl. Phys., A **88**, 421 (2007).
8. S.B.Krupanidhi. J. Appl. Phys., **101**, 104104 (2007).
9. P.K.Nayak, J.A.Caraveo-Frescas, et al. Appl. Phys. Lett., **100**, 253507 (2012).
10. C.Zimmer, K.Medyanyk, G.Schoenhense, S.Krischok, P.Lorenz. Phys. Stat. Sol. (a), **206**, 484 (2009).
11. A.R.Poghosyan, N.R.Aghamalyan, R.Guo, R.K.Hovsepyan, E.S.Vardanyan. SPIE, **7781**, 43 (2010).
12. Н.Р.Агамалян, Э.С.Варданян, Р.К.Овсепян, С.И.Петросян, А.Р.Погосян. Вестник РАУ, Физ.-мат. и естеств. науки, №1, 41 (2010).
13. Н.Р.Агамалян, Т.А.Асланян, Э.С.Варданян, Е.А.Кафадарян, Р.К.Овсепян, С.И.Петросян, А.Р.Погосян. Изв. НАН Армении, Физика, **48**, 136 (2013).
14. N.R.Aghamalyan, E.A.Kafadaryan, R.K.Hovsepyan. Trends in Semiconductor Science. New York, Nova Science Publishers, 2005, pp.81-110.
15. E.A.Kafadaryan, S.I.Petrosyan, G.R.Badalyan, S.R.Harutyunyan, A.S.Kuzanyan. Thin Solid Films, **416**, 218 (2002).
16. Н.Р.Агамалян, Р.К.Овсепян. Изв. НАН Армении, Физика, **43**, 143 (2008).
17. Н.Р.Агамалян, Р.К.Овсепян, С.И.Петросян. Изв. НАН Армении, Физика, **45**, 407 (2010).
18. W.-C.Yang, B.J.Rodriguez, et al. Appl. Phys. Lett., **85**, 2316 (2004).
19. В.М.Фридкин. Сегнетоэлектрики-полупроводники. М., Наука, 1976.
20. А.С.Сидоркин, Л.П.Нестеренко, А.Ю.Пахомов. ФТТ, **54**, 947 (2012).

ZnO:Li/LaB₆ ՀԵՏԵՐՈՎԱՌՈՒՅՎԱԾՔՈՎ ՍԵՓՆԵՏԱԷԼԵԿՏՐՈՎԱՆ
ԴԱՇՏԱՅԻՆ ՏՐԱՆԶԻՍՏՈՐԻ ՎՐԱ ՀԻՄՆՎԱԾ ՀԻՇՈՂՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԸ

Ն.Ռ. ԱՂԱՄԱԼՅԱՆ, Տ.Ա. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Է.Ս. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ե.Ա. ԿԱՖԱԴԱՐՅԱՆ,
Ր.Կ. ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ, Ս.Ի. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ա.Ր. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

Ստեղծված և հետազոտված են սեգնետաէլեկտրական դաշտային տրանզիստորներ՝ ZnO:Li թաղանթը օգտագործելով որպես տրանզիստորի ուղի և միևնույն ժամանակ որպես սեգնետաէլեկտրական ակտիվ տարր: Ցույց է տրված ZnO:Li||LaB₆ հետերոկառուցվածքներում ZnO:Li թաղանթների վրա հիմնված սեգնետաէլեկտրական դաշտային տրանզիստորի՝ որպես երկկայուն էլեմենտ օգտագործման հնարավորությունը ինֆորմացիայի գրանցման համար: Առաջարկվող սեգնետաէլեկտրական հիշողության տարրը միանվագ գրանցված ինֆորմացիայի բազմաթիվ ընթերցման դեպքում հոգնածություն չի ցուցաբերում, ինչը թույլ կտա հիշողության սարքերի ռեսուրսը զգալիորեն մեծացնել:

MEMORY ELEMENT BASED ON FERROELECTRIC FIELD-EFFECT TRANSISTOR WITH USE OF ZnO:Li||LaB₆ HETEROSTRUCTURE

N.R. AGHAMALYAN, T.A. ASLANYAN, E.S. VARDANYAN, E.A. KAFADARYAN,
R.K. HOVSEPYAN, S.I. PETROSYAN, A.R. POGHOSYAN

Ferroelectric field-effect transistors using ZnO:Li films simultaneously as a transistor channel and as a ferroelectric active element have been prepared and studied. An opportunity of using the ferroelectric field-effect transistor based on ZnO:Li films in ZnO:Li||LaB₆ heterostructure as a bistable memory element for information writing is shown. The proposed structure of a ferroelectric memory cell does not possess the fatigue under repeated reading of single recorded information, that will allow to increase a resource of storage devices essentially.