

Таким образом, полученные данные показывают, что дифракционное преобразование мод в гибридных ПОВ имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при проектировании дифракционных интегрально-оптических элементов. Однако расчеты интегралов перекрытия, подобные проведенным в настоящей работе, полезны не только для оптимизации характеристик дифракционных элементов, но и при организации оптической связи между несущими волноводными слоями в гибридных монолитно-интегрированных структурах [6] и при разработке модуляторов других типов и датчиков [7].

Список литературы

- [1] Петров Д. В., Царев А. В., Яковкин И. Б. // Квантовая электрон. 1982. Т. 9. № 2. С. 247—253.
- [2] Удоев Ю. П. // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. «Проектирование радиоэлектронных устройств на диэлектрических волноводах и резонаторах». Тбилиси, 1988. С. 339—340.
- [3] Гончаренко А. М., Карпенко В. А. Основы теории оптических волноводов. Минск, 1983. 237 с.
- [4] Кейси У., Паниш П. Лазеры на гетероструктурах. Т. 1. М., 1981. 299 с.
- [5] Введение в интегральную оптику / Под ред. М. Барноски. М., 1977. 367 с.
- [6] Aljerov Zh. I., Gurevich S. A., Karpov S. Yu. et al. // IEEE J. Quant. Electron. 1987. Vol. QE-23. N 6. P. 869—881.
- [7] Солана П. А., Удоев Ю. П. // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. «Проектирование радиоэлектронных устройств на диэлектрических волноводах и резонаторах». Тбилиси, 1988. С. 341.

Ленинградский политехнический институт
им. М. И. Калинина

Поступило в Редакцию
25 июля 1990 г.

06

Журнал технической физики, т. 61, в. 8, 1991

© 1991 г.

ЭФФЕКТ ОБРАТНОГО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНКАХ $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$

Е. Д. Рогач, Е. В. Свиридов, Е. А. Арнаутова,
Э. А. Савченко, Н. П. Проценко

Сегнетоэлектрические тонкие пленки $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ являются перспективным материалом для устройств твердотельной микроэлектроники благодаря совместности технологии их получения с кремниевой планарной технологией. Исследование динамики процессов переключения поляризованности пленочных структур, а также выявление взаимосвязи этих процессов с механизмами экранирования поля спонтанной поляризованности могут иметь важное значение для оценки возможности использования данных структур в энергонезависимых элементах памяти.

Переключения поляризованности в пленках $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ впервые наблюдались в работе [1], где по петлям гистерезиса были определены величины спонтанной и остаточной поляризованности $P_s=1.0$ мкКл/см² и $P_r=0.6$ мкКл/см². Петли были ненасыщенными, что связывалось с низкой диэлектрической прочностью пленок и нелинейным ростом проводимости, затрудняющим корректное определение величин поляризованности. В настоящей работе приводятся характеристики переключения поляризованности, полученные с помощью методики Мерца и модифицированной методики Сойера—Тауэра [2], исключающими этот недостаток. Сообщается о достижении в пленках $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ устойчивого поляризованного состояния.

Поликристаллические пленки $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ толщиной от 3 до 30 мкм выращивались методом вакуумного термического испарения в квазизамкнутом объеме на алюминиевых подложках [3]. На рентгенограммах пленок не наблюдалось рефлексов, соответствующих примесным фазам. Данные рентгенографии и

электронной микроскопии указывали на существование аморфизированного слоя на границе между пленкой и подложкой, толщина которого составляла примерно 0,5 мкм и не зависела от толщины пленки. Для электрических измерений на поверхности пленок наносились алюминиевые электроды площадью 3 мм². Исследовались образцы, предварительно поляризованные до насыщения; способ поляризации составляет предмет изобретения. После воздействия деполяризующего поля образец перед дальнейшими измерениями переводился в исходное состояние насыщенной поляризованности. Измерения проводились как непосредственно после поляризации, так и после естественного старения образцов в течение нескольких суток.

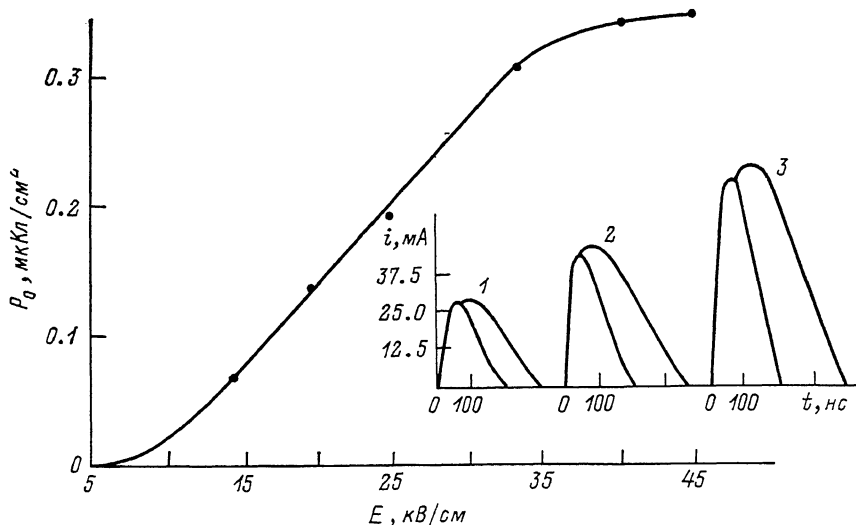


Рис. 1. Зависимость величины переключаемой поляризованности от амплитуды переключающего поля.

Толщина пленки 10 мкм, длительность импульсов 3 нс; 1 — 15, 2 — 25, 3 — 35 кВ/см.

В результате измерений установлено следующее.

1. Приложение электрического поля, антипараллельного направлению предварительной поляризованности, вызывает переключение поляризованности пленок. На рис. 1 приведена типичная зависимость величины переключаемой поляризованности P_0 от амплитуды поля переключающих импульсов. На кривой четко видны два перегиба, характерных для основной кривой поляризованности, и насыщение зависимости $P_0(E)$ в полях больше 40 кВ/см. Для иллюстрации на вставке к рис. 1 приведена эволюция токов переключения сегнетоэлектрических конденсаторов при увеличении амплитуды переключающих импульсов. Внутренние кривые относятся к току переключения полем, совпадающим с направлением предварительной поляризованности, и соответствуют зарядке емкости. Наружные кривые соответствуют току переключения полем противоположного направления, площадь под этими кривыми больше на величину заряда, связанного с переполяризацией сегнетоэлектрика. Для удобства сравнения те и другие кривые приведены в верхней полуплоскости $i(t)$ -пространства. Амплитуда переключающего поля указана на полях вставки.

Величина переключаемой поляризованности P_0 изменялась от 0,2 до 0,6 мкКл/см² при увеличении толщины пленок от 3 до 30 мкм. Время переключения при этом уменьшалось от 400 до 250 нс. Различия характеристик переключения обусловлены скорее всего тем, что полумикронный переходной слой, «подавляющий» измеряемые параметры, составляет меньшую долю в более толстых пленках.

2. Выключение поля сопровождалось восстановлением исходного направления поляризованности, т. е. обратным переключением, наблюдавшимся ранее в пленках BaTiO₃ [4]. Обратное переключение в пленках Sn₂P₂S₆ происходило за время менее 0,1 мкс.

3. Величина поляризованности, «вернувшейся» в исходное состояние, P' зависела от амплитуды и длительности переключающих импульсов. На рис. 2 приведены зависимости P' от длительности переключающих импульсов при различной их амплитуде для пленки толщиной 20 мкм. Видно, что увеличение длительности импульсов τ до определенного значения $\tau_{кр}$ уменьшает долю поляризованности, возвращающейся в исходное состояние. При τ , больших $\tau_{кр}$, P' перестает зависеть от τ . Видно также, что зависимость $P'(\tau)$ выходит на насыщение при меньших $\tau_{кр}$, если увеличивать амплитуду переключающих импульсов.

4. При длительности импульсов τ не более 2 мкс вся переключенная поляризованность возвращается в исходное состояние, т. е. $P' = P_0$, независимо от амплитуды переключающего поля. Поляризованное состояние не удавалось разрушить даже после воздействия 10^8 однополярными переключающими

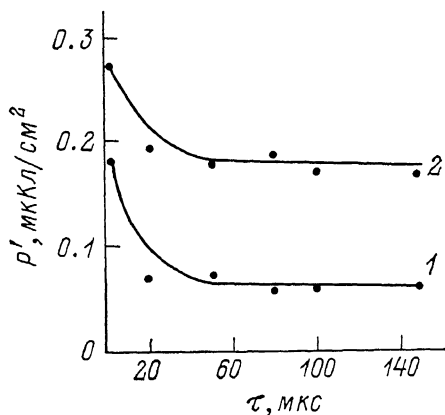
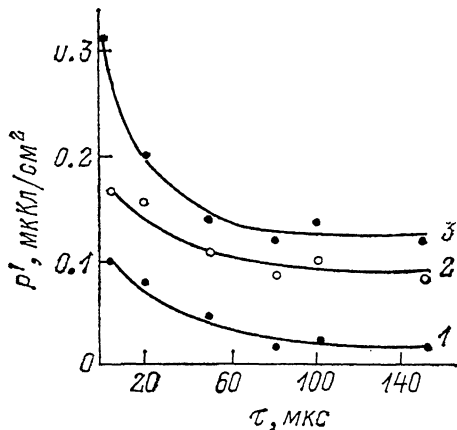


Рис. 2. Зависимость величины поляризованности, «участвующей» в обратном переключении, P' от длительности переключающих импульсов τ при различной амплитуде поля.

1 — 25, 2 — 35, 3 — 45 кВ/см.

Рис. 3. Влияние старения пленок на стабильность исходного поляризованного состояния.

импульсами. Это свидетельствует о том, что кратковременное (менее 2 мкс) воздействие деполаризующего поля не успевает разрушить внутреннее поле, стабилизирующее поляризованное состояние. Разрушение внутреннего поля под действием переключающих импульсов большей длительности может быть связано как с полевым высвобождением носителей электрического заряда из ловушек у границ кристаллитов, так и с инжекцией из электродов в пленку зарядов, ускоряющей компенсацию заряда электрета.

5. Естественное старение после поляризации приводило к дальнейшей стабилизации поляризованного состояния в образцах. На рис. 3, иллюстрирующем это влияние старения, приведены зависимости $P'(\tau)$ для пленок толщиной 18 мкм, полученные сразу после поляризации (кривая 1) и спустя трое суток (кривая 2). Видно, что у состаренного образца под действием деполаризующих импульсов P' уменьшается приблизительно на 30 %, в то время как у образцов, измеренных сразу после поляризации, почти в три раза.

Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют о возможности создания в пленках $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_8$ поляризованного состояния, устойчивого к многократному действию переключающих импульсов, что открывает возможности разработки ячеек памяти с неразрушающим считыванием на основе этих пленок.

Список литературы

- [1] Rogach G. D., Savchenko E. A., Sandjiev D. N. et al. // *Ferroelectrics*. 1988. Vol. 83. P. 179—185.
 [2] Фрицберг В. Я. // *Методика исследования поликристаллических сегнетоэлектриков*. Рига, 1970. С. 5—42.

[3] Бубнов Ю. З., Лурье М. С., Старос Ф. Г., Филаретов Г. А. Вакуумное нанесение пленок в квазизамкнутом объеме. М.: Сов. радио, 1975. 161 с.

[4] Бирюков С. В., Головки Ю. И., Дудкевич В. П. и др. Электронная пром-сть. 1983. № 8. С. 47—53.

Научно-исследовательский институт физики
Ростовский-на-Дону
государственный университет

Поступило в Редакцию
26 июля 1990 г.
В окончательной редакции
18 декабря 1990 г.

05

Журнал технической физики, т. 61, в. 8, 1991

© 1991 г.

МЕССБАУЭРОВСКИЕ СПЕКТРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗА-57 И СПЛАВА $Al_{0,98}Fe_{0,02}^{57}$ В ЛАЗЕРНОМ ИМПУЛЬСЕ

*Е. А. Зиборева, А. Е. Степанов, В. Л. Тараканов,
В. С. Демиденко*

Введение

Лазерное воздействие на твердое тело широко используется для решения технологических проблем. С другой стороны, характерные черты лазерного излучения, такие как когерентность, монохроматичность способны вызвать специфические изменения в электронной и фононной подсистемах [1-3] и тем самым изменить физические свойства твердого тела.

Экспериментальное изучение эффектов такого изменения представляет сложную задачу. Наиболее предпочтительными являются методики, дающие комплексную информацию при высокой чувствительности к изменению атомной и электронной структур твердого тела, в частности металлов и сплавов. С этой точки зрения уникальные возможности представляют мессбауэровские эксперименты, поскольку возбуждение лазерным импульсом электронной и фононной подсистем может быть зафиксировано с высокой точностью в единичных условиях.

В работе исследована эволюция мессбауэровского спектра Fe-57 в алюминии и металлического изотопа железа-57 в течение 160 мкс от момента воздействия лазера. В эксперименте использован лазер ЛГИ-505 с $\lambda=0.337$ мкм, $t=6-8$ нс и средней мощностью в импульсе 15 кВт. Источник гамма излучения — Co-57 в хrome.

Экспериментальная часть

Для изучения явлений, происходящих в твердом теле в процессе импульсного воздействия и релаксации возбуждений после окончания воздействия, методом ядерного гамма-резонанса (ЯГР), была разработана приставка¹ к серийному ЯГР спектрометру ЯГРС-4М. Приставка позволяет проследить изменение спектров ЯГР в различные моменты времени: до, во время периодического лазерного воздействия на поглотитель и после него, т. е. осуществить временную развертку спектров ЯГР.

Суть работы приставки заключается в том, что вместо регистров памяти спектрометра для положительной V_+ и отрицательной V_- скоростей в приставке имеется соответственно по пять регистров четырехразрядных десятичных

¹ Авторы выражают свою признательность А. П. Кальянову за помощь при разработке установки для эксперимента.