

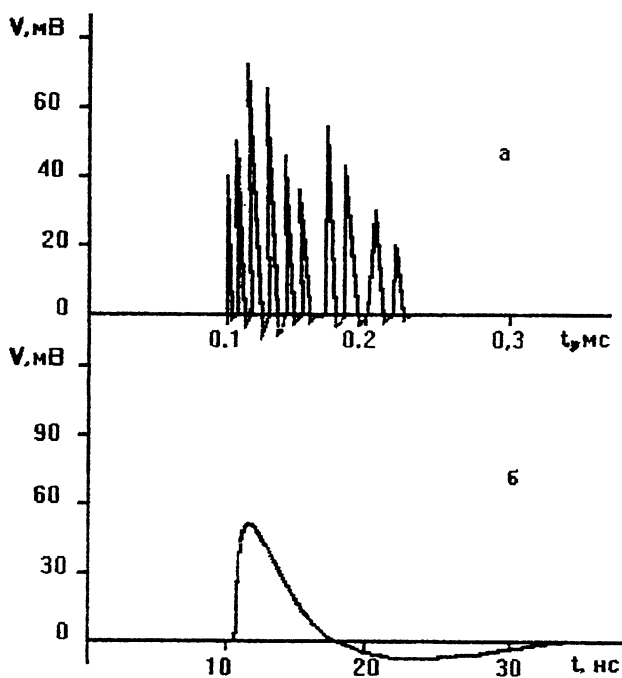
05;12
©1995

ДАТЧИК ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК С ВЫСОКИМ ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

А.Ю.Сонин, С.В.Бирюков

В настоящее время в пироэлектрических преобразователях преимущественное применение получили моно- и поликристаллы сегнетоэлектриков ТГС, ПТС и другие, обладающие толщиной порядка нескольких десятков микрометров. Известно, что при уменьшении толщины материала пироэлектрические свойства улучшаются и оптимальной формой существования таких пироэлектриков является пленка [1]. В работах, посвященных изучению пироэффекта в тонких сегнетоэлектрических пленках $PbTiO_3$ и $Pb(Zr, Ti)O_3$ [2-6], показано, что пленки после процесса поляризации имеют пироэлектрический коэффициент такого же порядка, что и объемные материалы аналогичного состава ($\gamma \sim 4 \cdot 10^{-8}$ Кл/см²·К). Однако только в работе [3] исследовалась частотная характеристика пирочувствительности пленочного датчика и было отмечено существование ее частотной дисперсии в области частот модуляции излучения порядка десятков герц. Таким образом, вопрос о возможности применения тонких сегнетоэлектрических пленок в качестве пироэлектрических детекторов радиационных потоков с высокой частотой модуляции остается в настоящее время практически неизученным, несмотря на очевидные преимущества пленок перед объемными материалами именно в этой области.

В настоящей работе представлены результаты изучения пироэлектрического отклика пленок $Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O_3$ при воздействии на них коротких импульсов лазерного излучения. В качестве источников коротких импульсов излучения использовались рубиновый лазер ($\lambda = 0.69$ мкм) с энергией в импульсе ~ 5 мДж и УФ азотный лазер ($\lambda = 0.34$ мкм) с энергией в импульсе ~ 0.5 мДж [7]. Пленки были получены методом реактивного ВЧ катодного распыления керамической мишени стехиометрического состава при давлении кислорода в распылительной камере 0.4 Тор. Сегнетоэлектрическая пленка толщиной 3 мкм напылялась на подложку из нержавеющей стали толщиной 25 мкм. Алюминиевый контрэлектрод наносился на поверхность пленки испарением в вакууме через маску. Для создания поляризованного



состояния пленки поляризовались путем подачи пилообразного напряжения амплитудой 60 В и периодом 100 с при температуре 250°C и охлаждением при воздействии напряжения до комнатной температуры в течение 30 мин. Для проведения измерений из пленки изготавливались элементы размером 3 × 3 мм с алюминиевым электродом 1 × 1 мм в центре. Для подключения к регистрирующей аппаратуре, к электроду и подложке серебряным контактором присоединялись тонкие проводники. Пленочный элемент нагружался на резистор величиной 100 Ом и подключался к входу запоминающего осциллографа С8-17 или С8-12.

На рис. 1, а показана картина пироотклика датчика при воздействии на него импульса рубинового лазера. Хорошо видно, что пироотклик полностью повторяет структуру лазерного импульса, состоящего из пиков длительностью ~ 0.5–5 мкс [8]. Для исключения теоретически возможного эффекта возбуждения светом носителей заряда с примесных уровней в запрещенной зоне поверхность пленок в ряде экспериментов зачернялась достаточно толстым (существенно больше толщины пленки) непрозрачным слоем нитрокраски. Общий характер пироотклика сохранялся при некотором уменьшении чувствительности. Пироэффект сохраняется даже при облучении тыльной (стальной) поверхности

пленочного элемента, но уже без достаточного временного разрешения. Для проверки того, что наблюдаемое явление действительно относится к области пироэффекта, проводилось исследование пироактивности неполяризованных образцов. Подобно данным работы [5], за счет явления самополяризации неполяризованные образцы также обладали пироэффектом, но амплитуда пиросигнала была существенно ниже. Одновременно были проведены измерения квазистатическим методом продольного пьезомодуля d_{33} поляризованных и неполяризованных образцов, который составил $(5-6) \cdot 10^{-11}$ и $(4-5) \cdot 10^{-12}$ Кл/н соответственно. Отношение пьезомодулей поляризованных и неполяризованных образцов совпадало с соответствующим отношением пиросигналов. Исследование температурной зависимости пироактивности пленочных элементов показало, что величина пиротклика практически не меняется до температуры 200°C , что объясняется сильным размытием сегнетоэлектрического фазового перехода в тонких пленках.

На рис. 1, б приведены осциллограммы импульса пиротклика при облучении пленки импульсами излучения УФ азотного лазера длительностью 3 нс. Видно, что пленочный элемент обладает наносекундным разрешением.

Таким образом, в настоящей работе впервые экспериментально показано, что пироэлектрические детекторы на основе тонких сегнетоэлектрических пленок ПТС обладают высоким временным разрешением и могут найти применение в качестве приемников импульсного излучения в широком спектральном диапазоне с наносекундным временным разрешением.

Список литературы

- [1] Новик В.К., Гаврилова Н.Д., Фельдман Н.Д. Пироэлектрические преобразователи. М.: Сов. радио, 1976. 176 с.
- [2] Ijima K., Tomita Y., Takagata R., Ueda I.J. // Appl. Phys. 1986. V. 60. P. 361.
- [3] Ijima K., Kawashima S., Ueda I. // Jpn. J. Appl. Phys. 1985. V. 24. Suppl. 24-2. P. 482.
- [4] Takagata R., Tomita Y. // J. Appl. Phys. 1989. V. 65. P. 1666.
- [5] Adachi M., Matsuzaki T., Yamada T. et al. // Jpn. J. Appl. Phys. 1987. V. 26. P. 550.
- [6] Polla D.L., Tamagawa C.Ye.T. // Appl. Phys. Lett. 1991. V. 59. P. 3539.
- [7] Сонин А.Ю., Папаким В.Ф. // Квант. электрон. 1978. Т. 5. N 7. С. 1580.
- [8] Качмарек Ф. Введение в физику лазеров. М.: Мир, 1981. 540 с.

Лаборатория "Радиофизика"
Института общей физики РАН
Ростов-на-Дону

Поступило в Редакцию
29 марта 1995 г.