

## Пироэлектрические свойства слоистых монокристаллических материалов на основе нитрида алюминия

О.А. Шустова<sup>1</sup>, А.В. Солнышкин<sup>1</sup>, О.Н. Сергеева<sup>1</sup>, И.П. Пронин<sup>2</sup>, Е.Ю. Каптелов<sup>2</sup>,  
Ш. Шарофидинов<sup>2</sup>, С.А. Кукушкин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Тверской государственный университет, 170000 Тверь, Россия  
e-mail: o\_n\_sergeeva@mail.ru

<sup>2</sup>Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, 194021 Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>Институт проблем машиноведения РАН, 199178 Санкт-Петербург, Россия

Линейный пироэлектрик нитрид алюминия (AlN) характеризуется высокими значениями спонтанной поляризации и пироэлектрического коэффициента, что позволяет создавать на его основе устройства, которые по своей чувствительности могут превосходить ряд приборов на основе сегнетоэлектриков за счет широкого температурного диапазона, малых значений диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь. Формирование чередующихся слоёв нитрида алюминия и галлия может приводить к особым пьезоэлектрическим и пироэлектрическим свойствам за счет формирования гетеропереходов с системой объёмных зарядов. Целью настоящей работы являлось исследование монокристаллических слоистых гетероструктур AlN/AlGa<sub>1-x</sub>N толщиной ~ 200-300 мкм, выращенных методом хлор-гидридной эпитаксии на подложках SiC/Si, которая в последствии была удалена. Ориентация слоев имела направление [0001], совпадающее со спонтанной поляризацией, что соответствовало максимальному проявлению пироэлектрических свойств.

Исследования пироэлектрических свойств композитных структур выполнены динамическим методом с использованием модулированного лазерного излучения с длиной волны 980 нм в интервале частот от 0,1 до 1000 Гц. Результаты пироэлектрических измерений свидетельствуют о том, что образование слоев Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N может приводить как к увеличению пирокоэффициента композита (при отсутствии промежуточного слоя AlN на подложке SiC/Si), так и к его уменьшению (при наличии данного промежуточного слоя) по сравнению с пироэлектрическим коэффициентом чистого AlN. Это различие может достигать двукратного значения. В таблице приведены результаты пироэлектрических измерений как монокристаллов, так и тонких пленок на основе AlN, а также, для сравнения, пироэлектрические характеристики известных сегнетоэлектрических монокристаллов триглицинсульфата (ТГС) и танталата лития (ТЛ).

Таблица 1.

	Толщина образца, мкм	Элементный состав (Al/N)	$\epsilon$ (10 кГц)	$\gamma$ , мкКл/(м <sup>2</sup> ·К)	$\gamma/\epsilon$ мкКл/(м <sup>2</sup> ·К)
AlN/Al <sub>x</sub> Ga <sub>1-x</sub> N/AlN	274	53.2/46.8	28	9,0	0,3
AlN/Al <sub>x</sub> Ga <sub>1-x</sub> N	216	50.9/49.1	30	18,0	0,6
AlN /AlN	170	51.1/48.9	70	12,0	0,17
AlN/SiC/Si	1,00		9	20,0	2,2
ТЛ	1000		40	160	4,0
ТГС	1000		40	240	6,0

Как видно из приведенных значений показателя качества  $\gamma/\epsilon$ , характеризующего пироактивные свойства материалов, по порядку величин они могут конкурировать с такими известными сегнетоэлектриками как триглицинсульфат и танталат лития. Небольшие

з  
н  
а  
ч  
е  
н  
и  
я

п  
о