

Структурные и электрические свойства тонких пленок ниобата бария-стронция на диэлектрической подложке СВЧ применений

А. Денисова, А. Богдан, А.В. Тумаркин, Е.Н. Сапего, С.О. Гришечкина

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Аннотация: Представлены результаты исследования тонких сегнетоэлектрических пленок $Ba_{0.25}Sr_{0.75}Nb_2O_6$ на подложках сапфира, полученных при различной температуре осаждения. Проведена работа по анализу структурных и диэлектрических характеристик тонких пленок, а также оценено влияние высокотемпературной обработки. Показана возможность применения материала в устройствах СВЧ диапазона.

Ключевые слова: ниобат-бария стронция, сегнетоэлектрические пленки, высокотемпературный отжиг, управляемые СВЧ-элементы.

Ниобат бария стронция (SBN) характеризуется выдающимися электрооптическими и пьезоэлектрическими свойствами, а также перспективными сегнетоэлектрическими свойствами, в зависимости от соотношения бария и стронция в твердом растворе. Полученные ранее результаты о свойствах тонкопленочного ниобата бария-стронция в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне [1], а также реализация опытных образцов фазовращателей на основе пленок SBN [2] показывают возможности применения материала на СВЧ.

Целью настоящей работы является синтез тонких слоев SBN, проявляющих высокую нелинейность и добротность, на диэлектрической подложке, активно используемой на СВЧ, исследование структуры и электрофизических параметров пленок SBN, для их дальнейшего применения в составе электрически управляемых элементов сверхвысокочастотного диапазона. В данной работе синтез тонких пленок SBN производился методом магнетронного распыления стехиометрической мишени $Sr_{0.75}Ba_{0.25}Nb_2O_6$. В качестве подложек использовался сапфир (r-срез) и поликристаллический оксид алюминия. Осаждение производилось в атмосфере чистого кислорода при давлении рабочего газа 2 Па. Варьируемым технологическим параметром выступала температура подложки, изменение которой происходило в диапазоне 750-900°C. После осаждения пленки охлаждались со скоростью 2-3°C/мин в атмосфере рабочего газа. Также для улучшения кристаллической структуры пленок применялся высокотемпературный отжиг на воздухе в температурном диапазоне 1100-1200°C.

Структурный анализ образцов методом дифрактометрии показал, что при осаждении в диапазоне температур 750-850°C на дифрактограммах преобладают рефлексы полиниобата бария-стронция с малыми включениями твердого раствора SBN. Температурный диапазон 850-900°C является переходным и характеризуется поликристаллическостью без изменения механизма кристаллизации. После отжига наблюдается существенное улучшение структуры за счет активизации коалесцентного расширения ориентированных фаз SBN, поглощаются фазы с более высокой поверхностной энергией и прочие сложные оксиды. Это свидетельствует о необходимости применения постростового отжига для достижения высоких структурных характеристик тонких пленок SBN.

На базе полученных сегнетоэлектрических тонких пленок SBN методом

фотолиитографии сформированы планарные конденсаторы. Резонансным методом на частоте 2 ГГц при комнатной температуре измерялись диэлектрические характеристики конденсаторов. Управляющее напряжение изменялось в диапазоне $0 \div 300$ В, что соответствовало напряженности поля в зазоре конденсатора $0 \div 60$ В/мкм. Изменение емкости планарного конденсатора при максимальном уровне управляющего напряжения составило не менее 1,6 раз (38%), а величина диэлектрических потерь не выше 0,05.

Результат исследования структурных и диэлектрических характеристик тонких сегнетоэлектрических пленок SBN позволяет судить о перспективности их применения в устройствах СВЧ диапазона.

Работа выполнена при поддержке **Российского научного фонда в рамках гранта № 23-29-00757.**

Список литературы:

1. Moon S. E. et al. Measurement of microwave dielectric properties of (Sr, Ba) Nb₂O₆ thin films //Integrated Ferroelectrics. – 2004. – Т. 66. – №. 1. – С. 275-281.
2. Rodríguez-Santiago V. et al. Microwave properties of strontium barium niobate thin films grown by pulsed laser deposition //MRS Online Proceedings Library. – 2001. – Т. 688. – С. 1-6.