

Отработка технологии изготовления линий задержки на ниобате лития

Гутман С.А.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

Введение

- Поверхностные акустические волны (ПАВ) широко используются в различных устройствах обработки высокочастотных сигналов для создания датчиков, а также в физических экспериментах. Можно сказать, что области их применения в настоящее время достаточно широки. К наиболее часто используемым в технике устройствам на ПАВ относятся также различные линии задержки.
- Актуальность работы заключается в том, что в настоящее время к устройствам на ПАВ предъявляются всё более жёсткие требования в плане рабочих характеристик, таких как рабочие частоты, показатели потерь и шумов и других. Поэтому существует необходимость в освоении технологий работы с новыми материалами.

Цели

- Целью работы является получение дисперсионных акустических линий задержки (ДАЛЗ) с двумя наклонными отражательными структурами (ОС) на подложке ниобата лития. Пример такой линии задержки изображён на рис.1

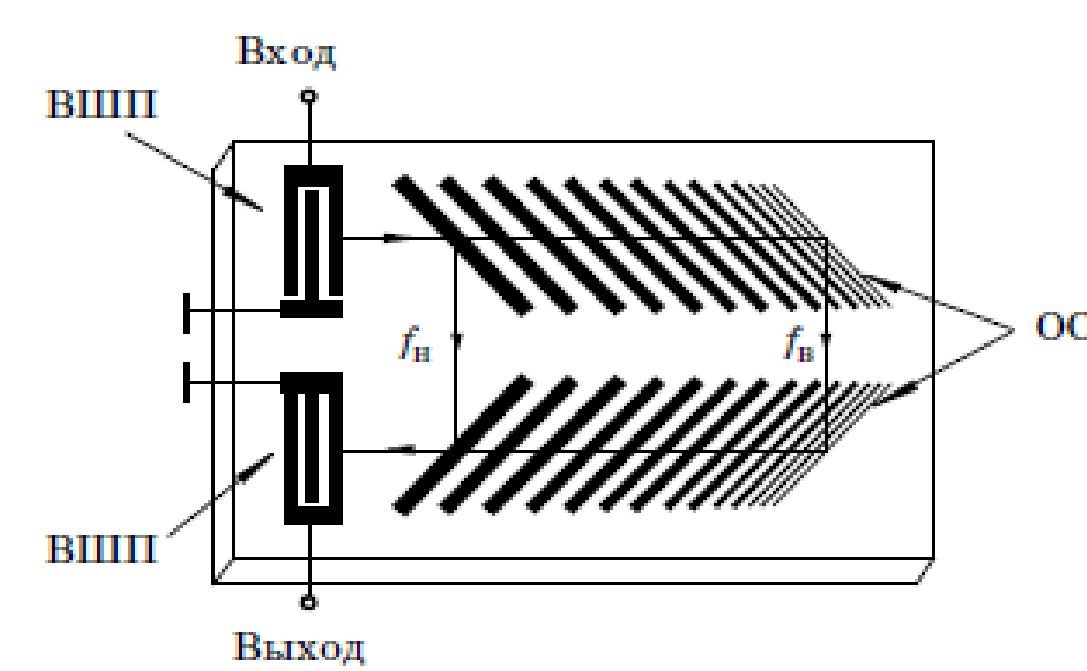
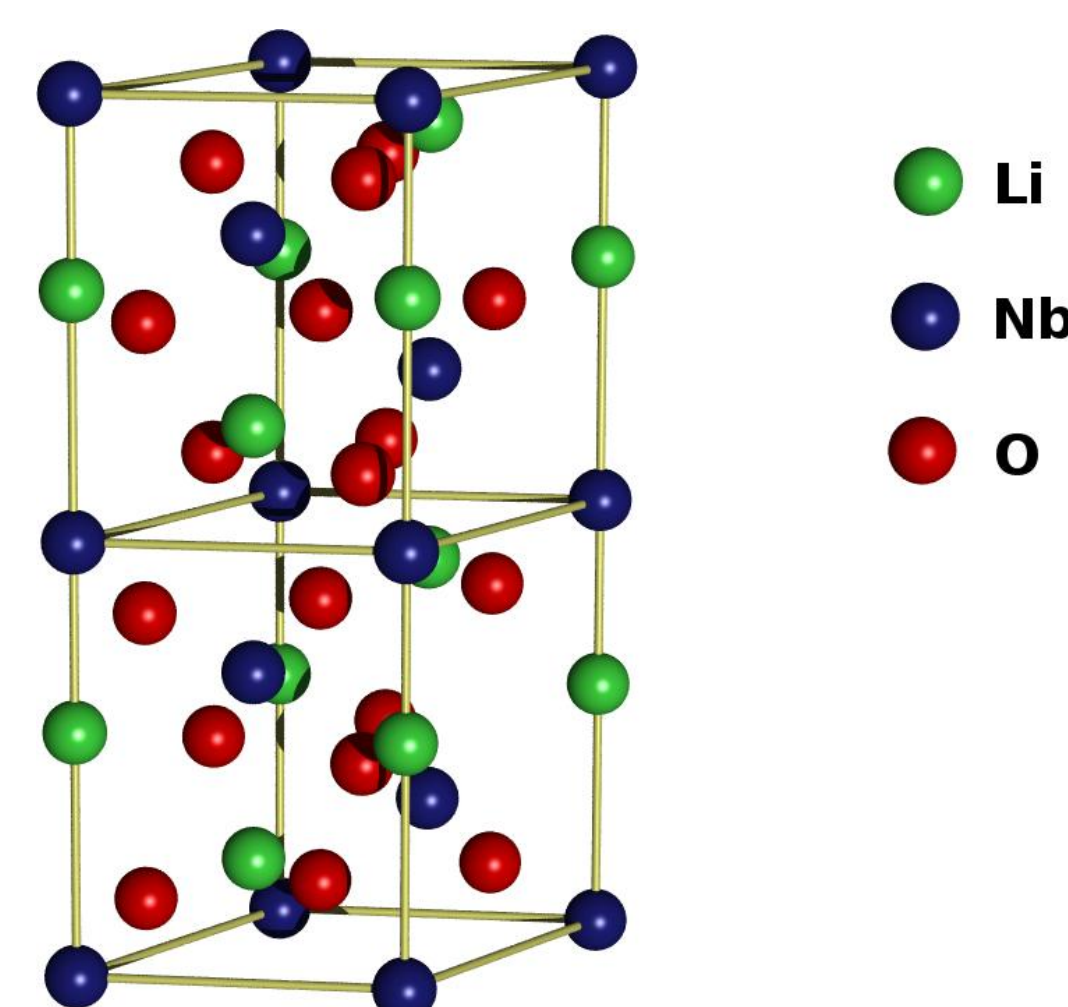


Рис.1 - ДАЛЗ с ОС[1]

Материал

- Ниобат лития – синтетический бесцветный монокристалл, относительно хрупкий (твёрдость – 5–5,5 по Моосу), плотность составляет 4,7 г/см³, температура плавления равна 12600С.



- Рис.2 – Кристаллическая структура ниобата лития.
- В качестве подложки использовался YZ-срез ниобата лития.
- Использование в качестве материала подложки ниобата лития обусловлено частью его параметров, таких как высокое значение скорости поверхностной акустической волны (ПАВ), что обеспечивает его применение в акустоэлектронных устройствах (АЭУ) с более высокими значениями рабочих частот.

- Также ниобат лития обладает высоким показателем коэффициента электромеханической связи (КЭМС), что обеспечивает применение в широкополосных устройствах. Вносимые потери значительно меньше относительно широко используемого кварца. И последней причиной является то, что для выбранной топологии необходимо распространение волны в перпендикулярных направлениях, а в ниобате лития значения скоростей и температурного коэффициента затухания (ТКЗ) в этих направлениях близки. В качестве адгезионного подслоя используется ванадий, выбор ванадия обусловлен достаточно хорошими адгезионными свойствами, относительной легкостью испарения и возможностью одновременного или раздельного травления с алюминием. В качестве материала встречно-штыревых преобразователей был взят алюминий, поскольку он хорошо сочетается с подслоем ванадия и ниобата лития, обладает низким удельным сопротивлением, малым влиянием массовой нагрузки, хорошо освоенной технологией нанесения, стойкостью к воздействиям окружающей среды. Численные параметры для ниобата лития в сравнении с часто используемым кварцем приведены на рис.3.

Материал	Химическая формула	Ориентация плоскости и направление распространения	Скорость ПАВ, V, м/с	Ковл.-связь КЭМС, K ² , %	ТКЗ -10 ⁻³ /°C	ТКЗ -10 ⁻³ /°C	Коэффициент поглощения	
							γ _{ср} , дБ/мм	γ _{ср} , дБ/мм
Кварц	SiO ₂	YX/42°45' (0°;132°45';0°)	3158	0,11	0	0	0,47	2,62
		37°-Y	5094	0,1	0			
		22,4; 124,3; -15°)	3285	0,26	0			
		YX	3159	0,19	-24	38	0,45	2,15
Ниобат лития	LiNbO ₃	YZ	3488	4,5	94	-87	0,19	0,88
		128°-YX	3980	5,3	75			
		ZX/41°30'	3999	5,54	72	-57	0,3	0,75
		YZb/-16°30'	3503	5,36	96	-88	0,21	0,94
		41,5°X	4000	5,54	72		0,3	0,75

- Рис.3 - Численные значения параметров ниобата лития и кварца различных конфигураций[2]

Методы

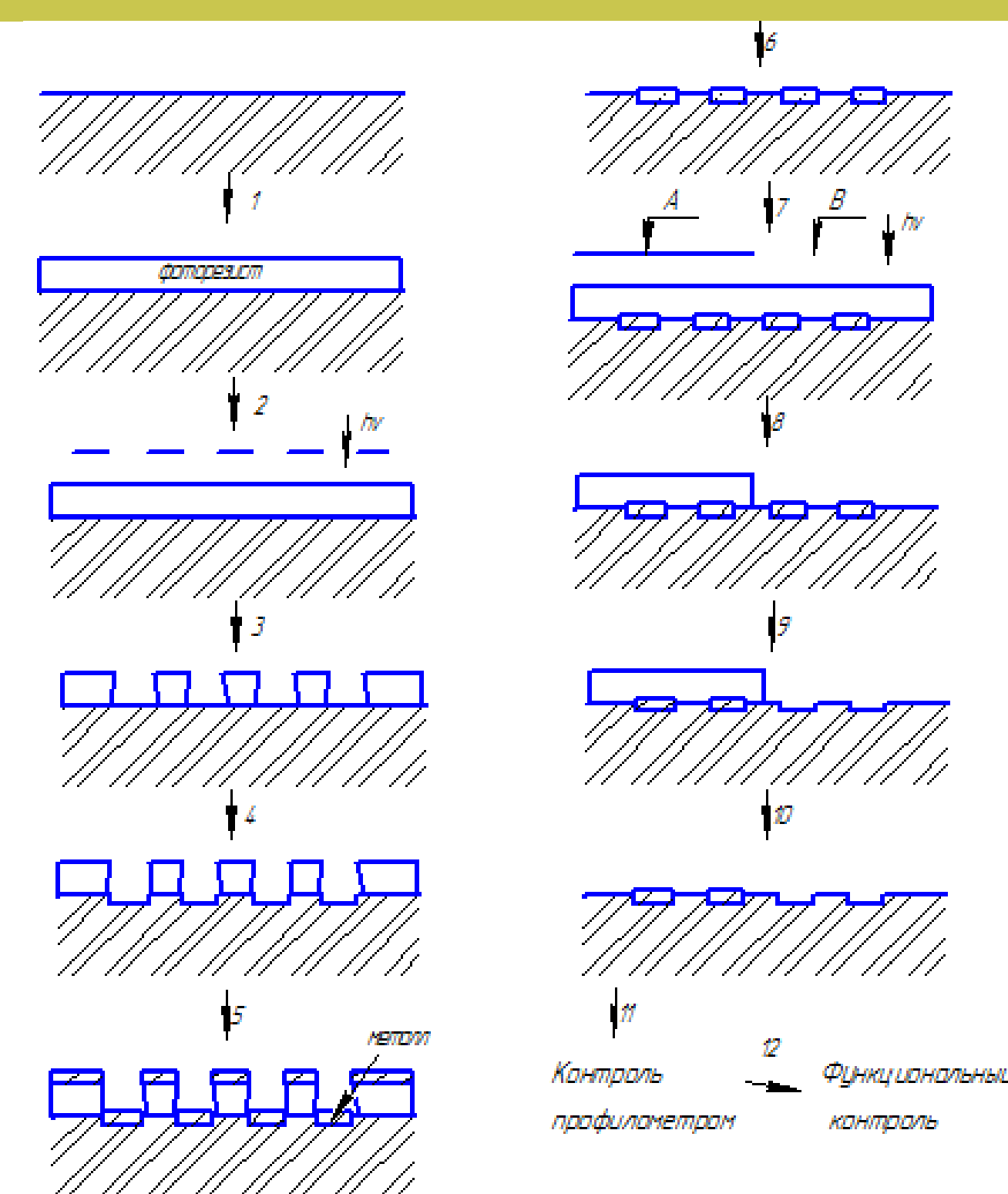


Рис.4 - Технологический маршрут

- На этапе 1 на очищенную подложку наносится фоторезист, затем просвечиваем через шаблон(2) и экспонируем(3). Этап 4 - ионно-лучевое травление(ИЛТ), после чего в полученные канавки напыляем металл электронно-лучевым испарением(5), и "взрываем" резист(6).

- На этапе 7 происходит повторное просвечивание вновь нанесённого резиста через шаблон разделяющий ЛЗ на А-ВШП область и В-ОС область, и экспонируем(8). Химически травим открытый металл(9) и удаляем резист(10) после чего осуществляем контроли(11 и 12).

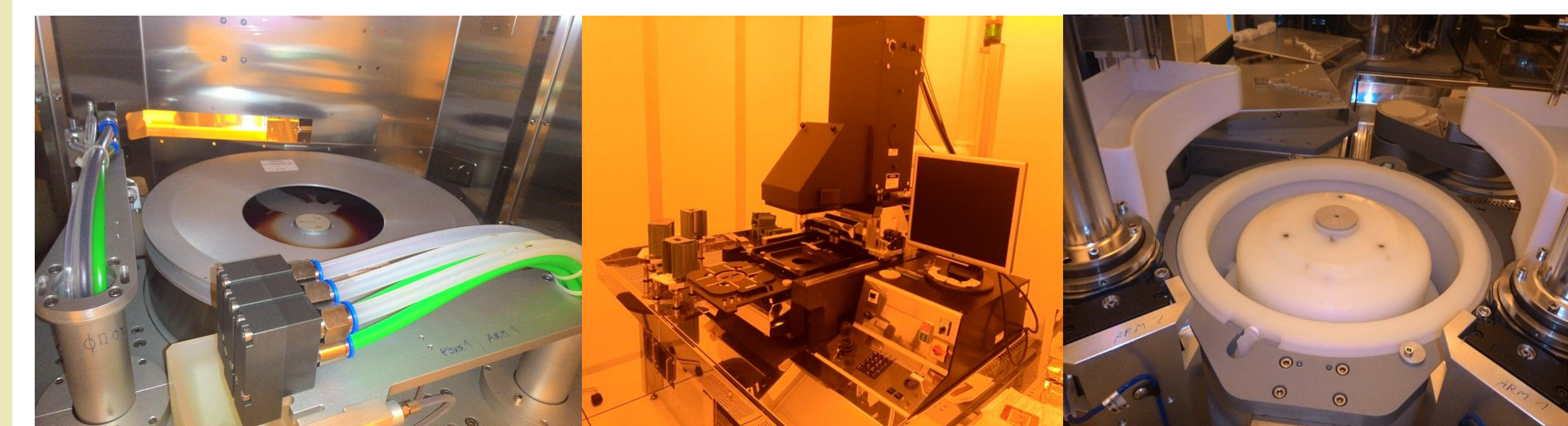


Рис.6 – а)Нанесение резиста; б)Экспонирование; в) Проявление

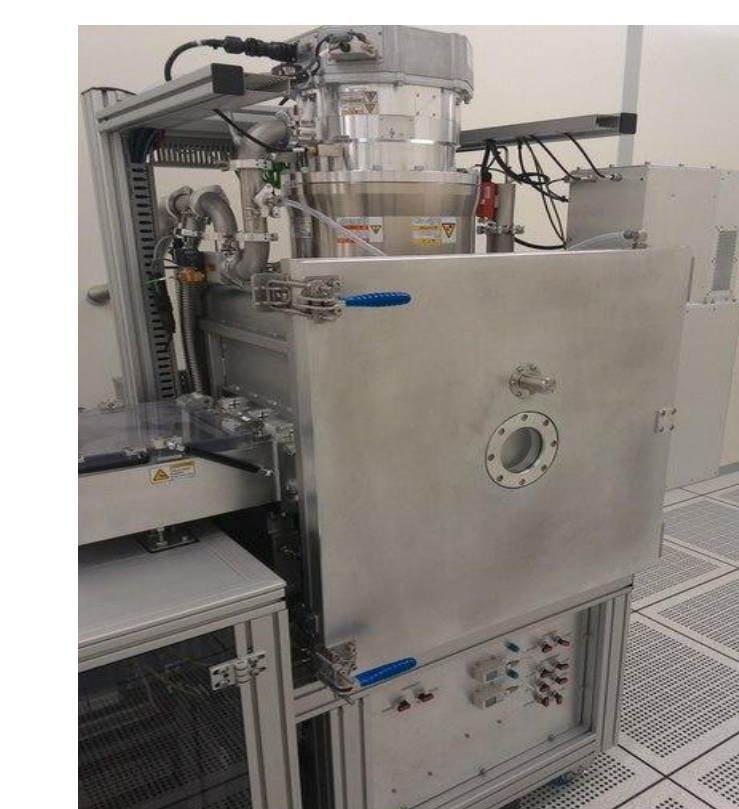


Рис.7 - ИЛТ

Результаты

- Полученные ДАЛЗ должны обладать высокой рабочей частотой, широкой полосой частот, низкими показателями потерь и шумов, что позволяет увеличить разрешение по частоте при анализе спектров радиосигналов, но на данный момент функциональный контроль не был проведён.

Список литературы

- 1-Дмитриев В.Ф. Развитие теории и методов расчета устройств на поверхностных акустических волнах для обработки радиосигналов
2. Балышева О.Л. Материалы для акустоэлектронных устройств, Спб, 2005