



Рисунок 1 – Результаты экспериментальных исследований

Список использованных источников

1. Гуляев А.П. Металловедение. – М.:Металлургия, 1977.-647с.1989.-384 с.
2. Ворох Д.А., Иванова Я.А. Эквивалентная схема мостового вихретокового преобразователя // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции (г. Самара,16- 18мая 2017г) Самара: ООО «Офорт», 2017. С. 58-60.
3. Д.А. Ворох, А.И. Данилин, У.В. Бояркина. Синхронный детектор для мостового вихретокового преобразователя // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19, № 4. С. 167-170
4. Д.А. Ворох, А.И. Данилин. Амплитудный детектор для мостового вихретокового преобразователя // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции (г. Самара,16- 18мая 2017г) Самара: ООО «Офорт», 2017. С. 19-21.

УДК 621.317

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЗРАЧНЫХ ПРОВОДЯЩИХ ЭЛЕКТРОДОВ ИЗ ОКСИДА ИНДИЯ – ОЛОВА

К.Н. Тукмаков, В.Д. Паранин, А.К. Агибаева
Самарский университет, г. Самара

Электрооптические элементы применяются для управления различными параметрами лазерного излучения: фазой, поляризацией, интенсивностью. Они позволяют осуществить модуляцию, коммутацию, спектральную фильтрацию оптических сигналов, в некоторых случаях - преобразование поперечно-модового состава [1].

Одной из проблем создания электрооптических элементов дифракционного типа является невысокое оптическое пропускание,

обусловленное непрозрачными встречно-штыревыми электродами на выходной поверхности подложки. Для решения этой задачи необходимо применять прозрачные проводящие материалы с толщиной, удовлетворяющей условию оптического просветления.

Целью работы являлась разработка технологии формирования прозрачных проводящих электродов из оксида индия – олова.

В качестве подложки для решетки использовался кристалл ниобата лития X-среза размером 15x15x1 мм. Материалом электродов служил оксид индия – олова $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ (ITO).

Очистка подложек заключалась в промывке в щелочном растворе, выдержке в хромовом растворе $\text{H}_2\text{SO}_4\text{:K}_2\text{CrO}_7$ в течение 5 мин и ополаскивании в деионизованной воде. Для создания дифракционной маски применялся метод взрывной литографии (lift-off процесс). Нанесение слоя фоторезиста ФП-051К и толщиной 0,4 мкм производилось с помощью центрифугирования в два этапа: на скорости 500 об/мин длительностью 20 сек, а затем на скорости 4500 об/мин длительностью 45 сек. Сушка фоторезиста производилась на воздухе в течение 2 мин, а затем – на нагревательном столике при температуре 95 °С в течение 12 мин. Сразу после экспонирования через инверсный фотошаблон производилось проявление фоторезиста в проявителе УПФ-1Б в течение 1 мин, промывка в деионизованной воде и сушка чистым воздушным потоком.

Далее проводилось формирование оксида индия-олова путем реактивного распыления в среде кислорода с дополнительным нагревом в установке ЭТНА-100-МТ. Экспериментально было установлено, что нагрев до температуры 200 °С со скоростью 10 °С/мин в присутствии аргон-кислородной смеси не вызывает значительного изменения свойств используемого фоторезиста. Поэтому температура подложкодержателя 200 °С использовалась в дальнейшем во время всего процесса напыления индия-олова.

Процесс напыления начинался с отпыливания верхнего слоя материала мишени сплава индий-олово электронной чистоты (диаметр мишени 3”) на закрытую заслонку в следующих условиях: атмосфера – аргон с давлением в камере 0,5 мТорр, скорость подачи через магнетрон – 9 см³/сек; мощность магнетрона повышалась до 200 Вт в течение 30 сек и затем выдерживалась на этом уровне в течение 5 мин в режиме постоянного тока.

После отпыливания мишени заслонка открывалась, поток аргона через магнетрон увеличивался до 22 см³/сек, а в область подложки дополнительно подавался кислород с расходом 9 см³/сек (при этом давление в камере увеличилось до 1,1 мТорр). Мощность магнетрона уменьшалась до 110 Вт, а режим его работы изменялся на режим прерывистых токов с периодическим импульсом обратной полярности для минимизации эффекта потери анода. Контроль толщины пленки

осуществлялся с помощью кварцевого измерителя толщины по свидетелю, установленному рядом с образцами.

Для улучшения проводимости напыленной ITO-пленки необходима более высокая температура 300-500°C [2]. Поэтому после полного завершения процесса взрывной литографии использовался дополнительный атмосферный отжиг на воздухе с помощью нагревательного столика со скоростью 30 °С/мин от 20 °С до 250 °С, которая выдерживалась 2 мин. Остывание кристаллов и столика до комнатной температуры производилось за счет естественной конвекции. Отжиг привел к значительному снижению удельного поверхностного сопротивления пленки с 50 Ом/кв до 26 Ом/кв.

Размеры электродов контролировались на микроскопе Биомед-5П и автоматизированном интерферометре белого света WLI-DMR и составили: период – 290 мкм, ширина электрода – 117,5 мкм, толщина – 150..160 нм. Толщина и показатель преломления пленки ITO приблизительно соответствуют условиям оптического просветления на длине волны 632,8 нм.

Список использованных источников

1 Ярив, А. Оптические волны в кристаллах [Текст] / Ярив А., Юх П. – М.: Мир, 1987. – 616 с.

2 Bertran, E. RF sputtering deposition of Ag/ITO coatings at room temperature [Text] / E. Bertran et al. // Solid State Ionics. - 2003. – Vol. 165. – P. 139-148.

УДК 621.317

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В.Д. Паранин, А.К. Агибаева
Самарский университет, г. Самара

В работах [1, 2] рассмотрен электрооптический модулятор дифракционного типа на основе кристалла ниобата лития х-среза и алюминиевых встречно-штыревых электродов. Результаты исследований показали недостаточную электрическую прочность межэлектродного зазора шириной 140±5 мкм при напряжении до 800 В. Было отмечено обратимое нарушение оптической однородности поверхностного слоя кристалла, вызванного его переполаризацией около острых кромок и торцов электродов.

Для решения указанных проблем необходимо оптимизировать топологию электродов, а именно, увеличить межэлектродный зазор при неизменном периоде и обеспечить закругление торцов. Кроме этого