

- [1] Моносов Я.А. Нелинейный ферромагнитный резонанс. М.: Наука, 1971. 376 с.
- [2] Березин И.Л., Калиникос Б.А., Ковшиков Н.Г., Оробинский С.П., Чарторижский Д.Н. - ФТТ, 1978, т. 20, № 7, с. 2101-2103.
- [3] Калиникос Б.А., Ковшиков Н.Г., Кожусь Н.В. - ФТТ, 1984, т. 26, № 9, с. 2867-2869.
- [4] Калиникос Б.А., Ковшиков Н.Г., Кожусь Н.В. ФТТ, 1985, т. 27, № 9, с. 2794-2796.
- [5] Саланский Н.М., Ерухимов М.Ш. Физические свойства и применение магнитных пленок. Новосибирск: Наука, 1975. 222 с.
- [6] Чивилева О.А., Гуревич А.Г., Анисимов А.Н., Гусев Б.Н., Вугальтер Г.А., Шер Е.С. - ФТТ, 1987, т. 29, № 6, с. 1774-1782.
- [7] Мелков Г.А., Шолом С.В. Краснодар: Региональная конференция "Спинволновые явления электроники СВЧ". Тезисы докладов, 1987, с. 109.
- [8] Огрин Ю.Ф., Луговской А.В. - Письма в ЖТФ, 1983, т. 9, № 7, с. 421-424.

Институт радиотехники
и электроники АН СССР,
Москва

Поступило в Редакцию
8 декабря 1987 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 7

12 апреля 1988 г.

КОМПЕНСАЦИЯ ПЕРЕОТРАЖЕНИЙ
В СВЧ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ПАВ
ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПО САМОСОВМЕЩЕННОЙ
ТЕХНОЛОГИИ ФОТОЛИТОГРАФИИ

А.С. Андреев, Ю.В. Гуляев,
А.М. Кмита, И.А. Марков

В работах [1, 2] сообщалось о новом конструктивно-технологическом методе повышения предельных рабочих частот устройств на поверхностных акустических волнах (ПАВ), выполняемых на основе встречно-штыревых преобразователей (ВШП). Метод заключается в использовании в едином технологическом цикле операций как прямой, так и обратной фотолитографии. При этом межэлектродные промежутки в ВШП получают малой величины (0.2-0.5 мкм), а сами ВШП даже на рабочих частотах ~ 1 ГГц могут иметь коэффициент металлизации порядка 0.9. В этом случае коэффициент отражения K_1 от межэлектродного зазора шириной $\delta \ll \lambda_0$ связан с коэффи-

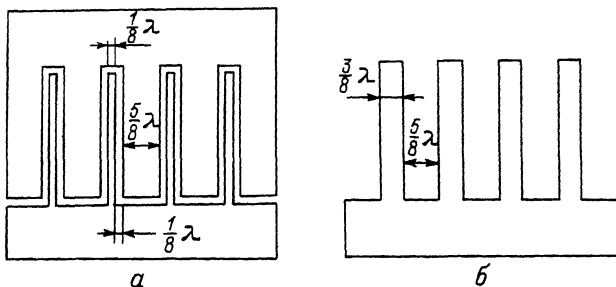


Рис. 1. а) Конструкция ВШП с электродами чередующейся ширины, б) Рисунок основного фотошаблона для его изготовления по самосовмещенной технологии.

коэффициентом отражения от электрода или межэлектродного промежутка K_0 при металлизации 0.5 соотношением $K_1 = 2\pi(\delta/\lambda_0)K_0$, где λ_0 — длина ПАВ.

Согласно этому оценочному соотношению отражения ПАВ в ВШП, выполненных по самосовмещенной технологии, по своей величине могут быть значительно меньше, чем в обычном ВШП с одинаковыми размерами электродов и межэлектродных промежутков, и существенно меньше искажается вершина формируемой в ВШП амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Однако при реализации СВЧ фильтров на ПАВ с достаточно узкими полосами пропускания на рабочих частотах ~ 1 ГГц в ВШП (в силу их резко возрастающей протяженности) влияние переотражений ПАВ становится большим и достигает 2–3 дБ даже при коэффициенте металлизации 0.9.

В настоящей работе сообщается о новом методе реализации подобных СВЧ фильтров по самосовмещенной технологии. Метод основан на применении конструкции ВШП, в которой электроды шириной $\lambda_0/8$ чередуются с электродами шириной $5\lambda_0/8$. Такая конструкция ВШП (рис. 1, а) была предложена [3] с целью уменьшения количества тонких электродов по сравнению с конструкцией ВШП с расщепленными электродами и увеличения устойчивости ВШП к их обрывам при серийном изготовлении. При этом в ВШП с электродами чередующейся ширины происходит компенсация переотраженных от краев электродов ПАВ аналогично конструкции ВШП с расщепленными электродами. Однако в обычном исполнении такая конструкция не дает выигрыша в предельных рабочих частотах по сравнению с обычным ВШП с расщепленными электродами. При использовании же самосовмещенной технологии [2] оказывается возможным изготавливать СВЧ ВШП такой конструкции на частоты втрое выше, чем при обычном методе фотолитографии. При этом сохраняются положительные качества ВШП с расщепленными электродами и с электродами чередующейся ширины $\lambda_0/8$ и $5\lambda_0/8$ (компенсация переотражений ПАВ внутри преобразователя).

На рис. 1, б показан рисунок основного фотошаблона, необходимого для изготовления ВШП с электродами чередующейся ширины. На

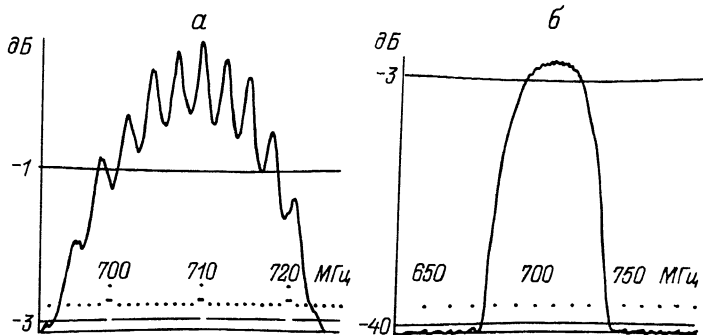


Рис. 2. Экспериментально полученная АЧХ фильтра: а - в линейном масштабе, б - в логарифмическом масштабе.

нем ширина электродов имеет величину $3 \lambda_0/8$, а межэлектродных промежутков - $5 \lambda_0/8$. Эти минимальные размеры и определяют требования к разрешающей способности оборудования и технологических процессов фотолитографии. По сравнению с конструкцией ВШП с расщепленными электродами обеспечивается выигрыш в предельных рабочих частотах в три раза. Отличием в изготовлении ВШП с электродами чередующейся ширины по сравнению с самосовмещенной технологией изготовления обычных ВШП является то, что подтрав электродов должен проводиться на заданную глубину ($\lambda_0/8$), что возможно в области предельных рабочих частот 600-1000 МГц. При этом величина подтравки может регулироваться, к примеру, подбором состава травителя, временем травления, подбором толщины напыляемого металла.

На подложке из $YZLiNbO_3$ был изготовлен образец фильтра с центральной частотой 700.8 МГц с рабочей полосой пропускания по уровню 3 дБ - 4%. Конструктивно фильтр состоял из выполненных на звукопроводе неаподизованного ВШП с 17 парами электродов и аподизованного по функции Хемминга ВШП с 35 парами электродов. Оба ВШП были выполнены на основе конструкции с электродами чередующейся ширины, при этом минимальный размер элементов на рисунке основного фотошаблона составлял 1.8 мкм. Рабочая апертура фильтра была $78 \lambda_0$. После проведения технологических операций по самосовмещенной технологии образовалась электродная структура с чередующейся шириной электродов 3 мкм ($5 \lambda_0/8$) и 0.6 мкм ($\lambda_0/8$) и межэлектродными промежутками шириной 0.6 мкм ($\lambda_0/8$).

АЧХ фильтра показана на рис. 2. Уровень подавления сигнала в полосе заграждения составил 46 дБ, коэффициент прямоугольности АЧХ по уровням 40 и 3 дБ - 2.5, вносимые потери в 50-Ом тракте без согласующих элементов составили 12 дБ при неравномерности вершины АЧХ фильтра ~ 1 дБ. Заметим, что такая же неравномерность вершины АЧХ получается из значения вносимых потерь структуры (~ 12 дБ), что говорит о том, что переотражения ПАВ внутри ВШП были, по-видимому, скомпенсированы, а пульсации на вершине

АЧХ в первую очередь связаны с влиянием трехпролетного сигнала. Об этом говорит и тот факт, что при введении дополнительных потерь в фильтре путем его рассогласования с внешним ВЧ трактом неравномерность вершины АЧХ уменьшалась до величины, меньшей 0,2 дБ, которая характерна для уровней переотражений ПАВ как в ВШП с электродами чередующейся ширины, так и в ВШП с расщепленными электродами.

Уменьшенное значение центральной частоты 700,8 МГц по сравнению с расчетным 715 МГц связано с влиянием массовой нагрузки металла на поверхность звукопровода. Толщина металла на образце составляла 2-2,5 тыс. Å.

Для оценки повторяемости параметров фильтров было изготовлено несколько небольших партий фильтров с немного различавшимися режимами техпроцессов. При этом форма АЧХ воспроизводилась с высокой точностью, а величина изменения влияния переотражений ПАВ в ВШП была незначительной.

Полученный результат подтверждает перспективность использования конструкции ВШП с электродами чередующейся ширины $\lambda_0/8$ и $5\lambda_0/8$ при изготовлении среднеполосных и узкополосных СВЧ преобразователей по самосовмещенной технологии. При этом достигается выигрыш в предельных рабочих частотах в три раза по сравнению с ВШП с расщепленными электродами, когда электродные структуры преобразователей изготавливаются по обычной технологии фотолитографии.

Л и т е р а т у р а

- [1] Андреев А.С., Гуляев Ю.В., Кмита А.М., Марков И.А. Третья научно-техническая конференция с международным участием „Акустоэлектроника-87“, Болгария, Варна, 5-8 мая 1987 г., т. 1, с. 155-158.
- [2] Андреев А.С., Гуляев Ю.В., Кмита А.М., Марков И.А. - Письма в ЖТФ, 1987, т. 13, в. 16, с. 967-971.
- [3] Takahashi S., Hirano H., Kodama T. et al. - IEEE Transaction on Consumer Electronics, 1978, CE-24, N 3, p. 337-346.

Институт радиотехники
и электроники АН СССР,
Москва

Поступило в Редакцию
26 декабря 1987 г.