

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дорофеевой Светланы Сергеевны «Исследование акустических волн в пьезоэлектрических материалах для создания термостабильных и термостойких акустоэлектронных устройств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2. – Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств

В современных системах и аппаратуре передачи и обработки информации (САПОИ) широко используются фильтры на поверхностных акустических волнах (ПАВ), которые обеспечивают возможность сложной частотно-селективной обработки сигналов, имеют малые габариты, конструктивно и технологически совместимы с изделиями микроэлектроники и обладают высокой надежностью. В настоящее время в связи с развитием информационной инфраструктуры и расширением областей применения автоматизированных технологий требования к подобным электронным компонентам ужесточаются в части стабильности параметров и расширения диапазонов рабочих температур, что подтверждает актуальность проведенных С.С. Дорофеевой исследований.

Как видно из автореферата, в диссертационной работе Дорофеевой С.С. приведены результаты исследований акустических волн в $YXl_s/\psi/90^\circ$ срезах кварца, катангасите ориентаций $(0^\circ, 90^\circ, \psi)$ и в слоистых пластин $LiTaO_3/Si$ и рассмотрены способы их применения при проектировании устройств на ПАВ с улучшенными температурными характеристиками.

Первая глава работы посвящена исследованиям свойств STW, распространяющихся в $YXl_s/\psi/90^\circ$ срезах кварца, и высокочастотным пьезоэлектрическим фильтрам на их основе. На основе проведенных исследований было выявлено, что применение $YXl_s/36^\circ/90^\circ$ среза кварца и пленки Al с относительной толщиной $h/\lambda = 1,95\% \dots 2,23\%$ позволяет реализовать STW-фильтр с минимальным ТКЧ, соизмеримым с ТКЧ ПАВ-фильтров на основе YXl/ψ срезов кварца.

В главе 2 приведены исследования свойств катангасита для применений в технике ПАВ с целью расширить диапазон рабочих температур устройств. На основе резонаторных структур достаточно подробно изучены выбранные ориентации катангасита $(0^\circ, 90^\circ, \psi)$ с углами ψ из диапазона $0^\circ \dots 40^\circ$, получены значения скорости, коэффициентов электромеханической связи и отражения, а также температурное поведение в диапазоне температур от минус 60°C до плюс 120°C .

Хочется отметить уникальное конструктивно-технологическое решение для сенсоров на ПАВ на основе пластин катангасита для автономных датчиков давления, работоспособных при длительном воздействии температур от минус 60°C до 500°C . В отличие от конструкций корпусов с использованием различных

металлов, монокристаллический корпус, изготовленный из кристаллов катангасита, не подвержен процессам окисления при работе в воздушной атмосфере.

Третья глава посвящена исследованиям термостабильных фильтров на приповерхностных акустических волнах (ППАВ) на основе слоистых пластин LiTaO_3/Si . Было определено влияние топологических особенностей и геометрических характеристик пластин на результирующие характеристики фильтров, что подтверждает последовательность, основательность и разноплановость научного подхода. Исследуемый частотный диапазон образцов составлял 169...1880 МГц, толщина пьезоэлектрического слоя слоистых пластин $42^\circ\text{UX-LT}/\text{Si}$ изменялась в диапазоне от 5 мкм до 40 мкм.

Характеристики, приведенные на рисунках 17 и 19, являются достаточной аргументацией предложенного подхода к значительному улучшению температурного поведения устройств частотной селекции СВЧ диапазона с одновременным сохранением избирательности.

Таким образом, при выполнении диссертационной работы Дорофеевой С.С. успешно решен широкий круг разноплановых научных задач, а полученные в работе результаты являются новыми, актуальными и имеют несомненную теоретическую и практическую ценность.

К недостаткам автореферата следует отнести следующие:

- по всему тексту в сочетании «STW-волна» желательно убрать слово волна, поскольку STW (Surface Transverse Wave) уже переводится как поверхностная поперечная волна; использовать обозначения – коэффициент электромеханической связи k , а не k^2 . использовать выражение для толщины пьезоэлектрического слоя: 6λ или 9λ (где λ – длина ПАВ на центральной частоте f_0 фильтра), а не фразу «толщина 6-9 длин волн»;

- во второй главе при описании характеристик S_{21} резонаторов желательно указать, что эти характеристики измерялись по последовательной схеме в тракте 50 Ом;

- хотелось бы расширить частотный диапазон STW-фильтров на основе описанных срезов кварца в части СВЧ-применений, до 2500 МГц. Автор пишет, что данный пьезоматериал позволяет повысить рабочие частоты, однако в примерах наиболее значимые результаты подтверждаются фильтрами с номинальными частотами до 1400 МГц (рисунок 1а);

- не приводятся данные, насколько предложенное в главе 3 конструктивное решение с использованием слоистых пластин LiTaO_3/Si влияет на стоимость изделий;

- стоило бы уделить больше внимания потенциальным направлениям дальнейшего развития предложенных технологий.

Сделанные замечания не снижают в целом положительной оценки работы и практического значения полученных результатов.

Полученные результаты исследований с должной полнотой опубликованы в рецензируемых научных журналах и апробированы на международных и российских конференциях (36 публикаций). Практическая значимость подтверждена внедрением результатов диссертационной работы на предприятии ООО «БУТИС» с получением 10 млн. рублей экономического эффекта.

Судя по автореферату, диссертация С.С. Дорофеевой выполнена на высоком научном уровне, содержит результаты, обладающие научной и практической значимостью. Диссертационная работа полностью удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор С.С. Дорофеева заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2. «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств».

Ведущий научный сотрудник
АО «Омский научно-исследовательский
институт приборостроения»,
кандидат технических наук

С. А. Доберштейн

Подпись С.А. Доберштейна заверяю
Зам. генерального директора
по науке АО «ОНИИП»,
кандидат физико-математических наук



В. Кривальцевич

Адрес: 644071, Омск-71, ул. Масленникова, 231
тел.: 8(3812) 72-02-22
Email: info@oniip.ru