

# Развитие датчиков СВЧ-диапазона

Василий Юрченко (Томск)

**В ближайшее десятилетие электронная компонентная база СВЧ, помимо военных применений, будет востребована в измерительной и бытовой технике. В статье представлены конструктивно-технологические подходы и результаты создания датчиков, приборов и систем СВЧ-диапазона.**

Современные датчики как преобразователи физических величин в электрические сигналы определяют современный уровень и качество информационно-измерительных

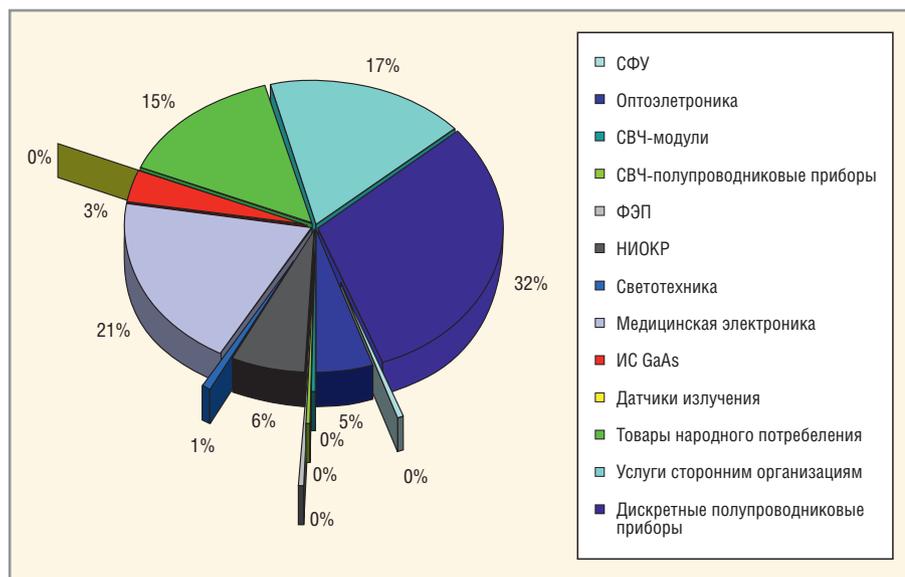
приборов в авиации, энергетике, ракетно-космической и военной технике. В статье [1] показано состояние и перспективы развития датчиков на период до 2015 г. и дан анализ

отставания нашей страны по критически важным технологиям. Для предприятия, которое специализируется в области СВЧ-микроэлектроники, важно активно участвовать в создании электронной компонентной базы (ЭКБ) для датчиков и новых измерительных систем [2–9].

Разрабатываются и выпускаются базовые элементы [3], используемые в измерительных системах: СВЧ-полупроводниковые приборы и модули (генераторные диоды Ганна [6], диоды с барьерами Шоттки и транзисторы [2]), оптоэлектронные приборы (свето- и фотодиоды ИК- и видимого диапазона волн, цифровые индикаторы), светотехника (светодиодные матрицы, лампы и устройства на их основе), фотоэлектрические преобразователи и солнечные батареи на их основе. На рис. 1 показана диаграмма продукции, выпускаемой предприятием, в том числе сложно-функциональные устройства и медицинская электроника на указанной элементной базе.

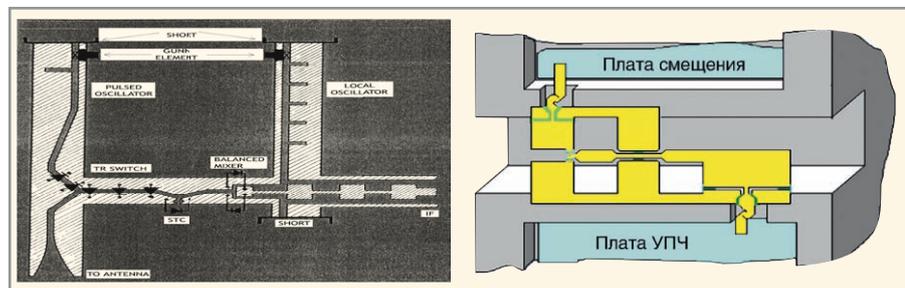
Ниже будут кратко представлены методы проектирования, конструктивно-технологические подходы и результаты создания датчиков и сложно-функциональных устройств (СФУ) различных диапазонов длин волн, в том числе гомодинных и автодинных датчиков СВЧ и приборов на их основе.

Основные особенности конструкций и технологии монолитных схем миллиметрового диапазона волн, предназначенных для монтажа в Е-плоскости волновода, описаны в статье [2]. Следует отметить, что при разделении пластины на отдельные кристаллы удаляется большая часть подложки вместе с n+-n-слоями. Несоюзной конструкцией СВЧ МИС является не подложка, как в обычных ИС, а металлизация (см. рис. 2). Толщина металлизации порядка 10 мкм позволяет осуществлять монтаж схем в волновод. Размеры схем таковы, что они ложатся на края волноводного канала с перекрытием 100...200 мкм. Малая толщина металлизации исключает необходимость создания специальной выемки в корпусе, а



**Рис. 1. Диаграмма распределения выпускаемой элементной базы**

СФУ – сложно-функциональные устройства, ФЭП – фотоэлектрические преобразователи солнечных батарей



**Рис. 2. Топология и конструкция модулей МИС**



**Рис. 3. Внешний вид и топология трёхканального датчика цели**

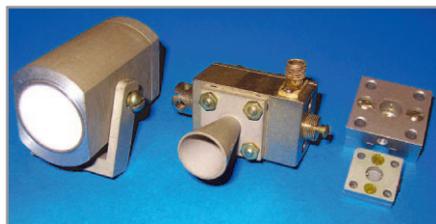


Рис. 4. Автодинные датчики

схема закрепляется сжатием двух половинок волновода.

Монолитная ИС изготавливается с выводами для подачи питания и других сигналов, которые при монтаже легко отгибаются благодаря специальной форме. В конструкции корпуса предусмотрены выемки для размещения кристаллов фильтров, выходящих за пределы волноводного канала, для исключения возможности закорачивания выводов на корпус.

Для модулей и устройств, предназначенных для работы в жестких условиях, предусмотрено заполнение волноводного канала диэлектриком – эпоксипенопластом с низкой (<1,5) диэлектрической проницаемостью и малыми потерями. При этом механическая прочность модулей увеличивается настолько, что они выдерживают ударные нагрузки более 20 000 г. На основе этих технологических решений был разработан сверхмалогобаритный (менее 7 см<sup>3</sup>) ударопрочный трёхканальный датчик 3-мм диапазона (см. рис. 3).

С использованием автодинных датчиков можно обеспечивать многофункциональный и быстрый контроль тормозной системы автомобиля. Из всех областей применения автодинных датчиков можно выделить два основных направления ближней локации, где важнейшей проблемой является сверхточная, сверхскоростная цифровая обработка сигналов. Это – автомобильная электроника и техника контроля. На рис. 4 показаны автодинные датчики [4, 5] типа «Тигель».

Основные области применения автодинных датчиков:

- в автомобильной электронике:
  - РЛС предупреждения столкновения,
  - измерители скорости автотранспортных средств,
  - системы автоблокировки,
  - измерители характеристик торможения;
- в системах контроля:
  - измерители расстояния,

- бытовые и промышленные охраняемые устройства,
- медицинские КВЧ-аппараты,
- бесконтактные тахометры и др.

В радиолокации широко используются линейно-частотно-модулированные (ЛЧМ) сигналы с очень большой частотной базой. Поэтому в составе радиолокационной техники необходимо иметь широкополосные высокочастотные тракты, позволяющие синтезировать, преобразовывать, принимать и анализировать широкополосные сигналы.

Областью, в которой ЭКБ СВЧ определяет основные тактико-технические характеристики, является аппаратура радиовидения. Её задачей является быстрое обнаружение, распознавание и анализ радиочастотных сигналов. Системы радиовидения должны обеспечивать многоканальный режим работы или очень быстрое переключение каналов.

Производство приёмопередающих модулей имеет самостоятельное значение на отечественном рынке радиокомпонентов для систем микросотовой связи и сотового цифрового телевидения. Российский рынок в настоящее время потребляет значительное количество современных технических средств. В настоящее время в Сибирском регионе развивается производство СВЧ-устройств в диапазоне частот от 2 до 96 ГГц. Объём поставок полупроводниковых модулей

различных типов может вырасти до 80 млрд. руб. в год.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мокров Е.А. Состояние, проблемы и пути развития датчикоостроения на 2006–2015 гг. Электронные компоненты. 2007. № 3. С. 64–71.
2. Божков В.Г., Геннеберг В.А., Куркан К.И., Перфильев В.И. Монолитные и квазимонолитные модули и устройства миллиметрового диапазона длин волн. Электронная промышленность. 2001. № 5. С. 77–97.
3. www.niipp.ru.
4. Юрченко А.В., Юрченко В.И., Воторогин С.Д. Автодинные датчики в измерительной технике. Изд. ТПУ, 2009.
5. Воторогин С.Д., Егунов М.С., Пушкарев В.П., Юрченко В.И. Радиолокационные КВЧ-датчики на диодах Ганна для задач обнаружения, измерения и управления. Труды IX конф. «Арсенид галлия и полупроводниковые соединения группы III-V». Томск, 2006. С. 92.
6. Юрченко В.И., Берест В.Н., Лукаш В.С., Шаповал Л.Г., Юрченко Н.М. Диоды Ганна. Электронная промышленность. 2002. № 2–3. С. 90–92.
7. Газиева Е.Э., Вишнев А.А., Пелявин Д.Ю., Юрченко В.И. Адаптивная система управления освещением на основе полупроводниковых источников света. Известия вузов, Физика. 2008. № 9/3. С. 132–133.
8. Юрченко В.И., Яук Э.Ф., Пономарев А.А., Юрченко А.В. Стратегия развития ФГУП НИИПП. Электронная промышленность. 2002. № 2–3. С. 10–13.

