

**Анисимов И.А.^{1,2}, Мякинников В.Ю.¹, Рудый Ю.Б.¹,
Ковтунов Д.А.¹, Горлова Е.В.¹, Басманова Р.М.¹, Васин Е.А.¹**

¹АО «НПП «Исток» имени Шокина

²МГТУ МИРЭА

Передающий модуль 2-мм диапазона длин волн

Представлены результаты выбора конструкции ЛПД и экспериментальных исследований передающего модуля 2-мм диапазона длин волн.

Ключевые слова: Передающий модуль, генератор, ЛПД, волновод.

Расширение сфер применения источников сигналов и усилителей коротковолновой части мм-диапазона в медицине, системах безопасности и средствах телекоммуникации требует создания малогабаритных высококогерентных генераторов, работающих в данном диапазоне частот. Используемые до настоящего времени источники излучения коротковолновой части мм-диапазона на основе ламп обратной волны лишь отчасти удовлетворяют этим требованиям, поскольку требуют применения высоковольтных источников питания и высокоэффективных магнитных систем, что делает аппаратуру на их основе громоздкой и низкоэффективной с точки зрения обеспечения КПД и выходной мощности[1,2].

В СВЧ электронике проблема сверхтонких эпитаксиальных структур является принципиальной. Для изготовления кремниевых однодрейфовых и двухдрейфовых ЛПД, работающих в диапазоне длин волн до 200ГГц, необходимы структуры с толщиной активных n- и p- областей 0,2мкм и менее[3]. При изготовлении профиля легирования сверхтонкой эпитаксиальной кремниевой структуры типа p^+rpn^+ применялся низкотемпературный процесс газофазной эпитаксии кремния при пониженном давлении в реакторе в диапазоне от десятков до сотен мм ртутного столба.

В процессе работы была оптимизирована конструкция ЛПД.

Измерения ЛПД проводились в СВЧ-камере волноводного типа сечением 1,6х0,8. ЛПД установлен посередине широкой стенки волновода. Питание к диоду подается с помощью специального фильтра, изолированного от корпуса вкладышем, без радиального резонатора. Фильтр позволяет согласовать низкий импеданс диода с высоким импедансом волновода. Частотную перестройку прибора обеспечивает подвижный коротко замыкающий поршень[4].

Схема стенда для измерения выходной мощности и частоты передающего модуля изображена на рисунке 1.

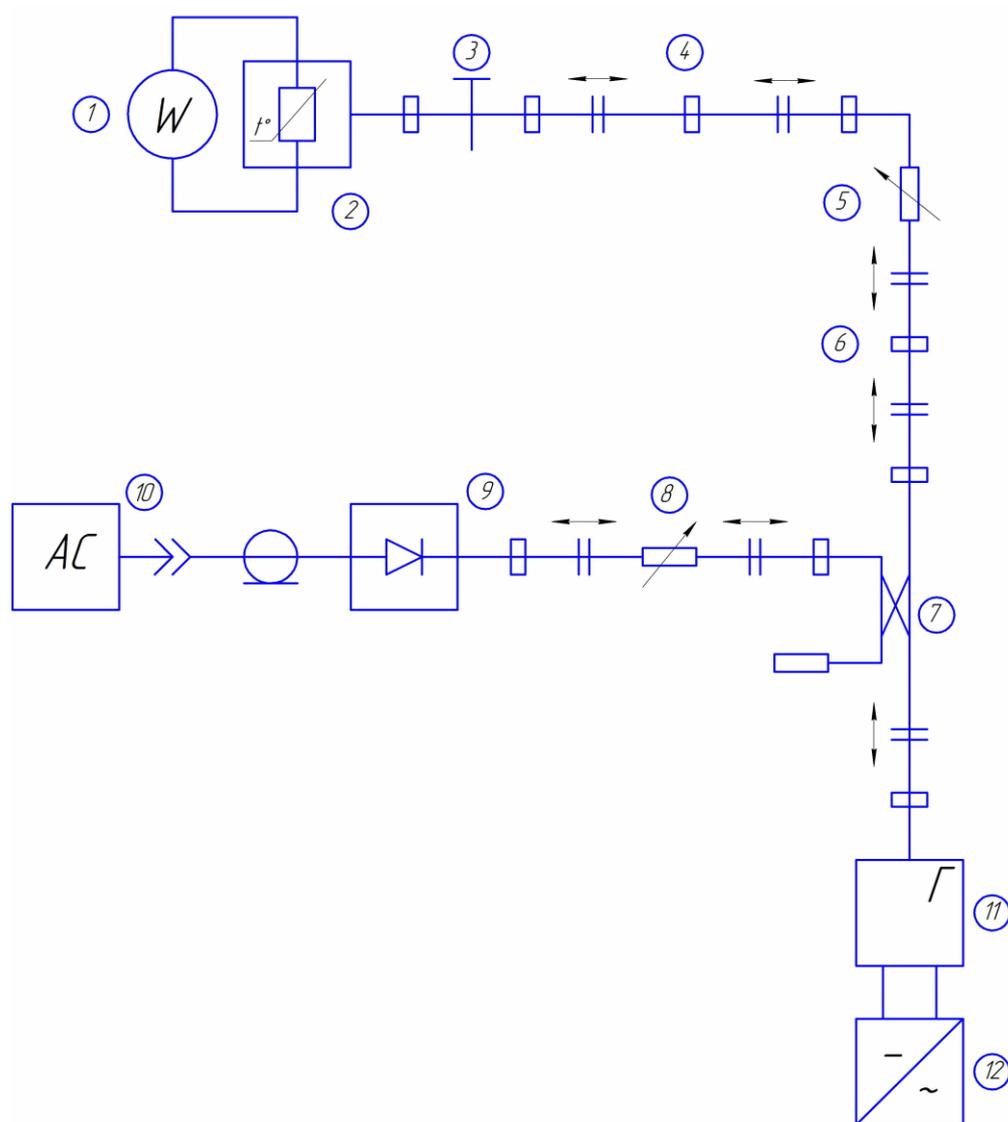


Рисунок 1. Схема стенда для измерения выходной мощности и частоты передающего модуля, где: 1 – калориметрический измеритель мощности, 2 – калориметр, 3 – переход, 4, 6 – волновод, 5 – аттенюатор поляризационный, 7 – ответвитель направленный, 8 – аттенюатор поляризационный, 9 – смеситель, 10 – анализатор спектра N9030A с опцией внешнего смесителя, 11 – испытуемый модуль, 12 – источник питания.

Конструкция модуля блочная, герметичная и в базовом варианте включает в себя генератор СВЧ и ферритовый вентиль. Спектр выходного сигнала образца передающего модуля продемонстрирован на рисунке 2.

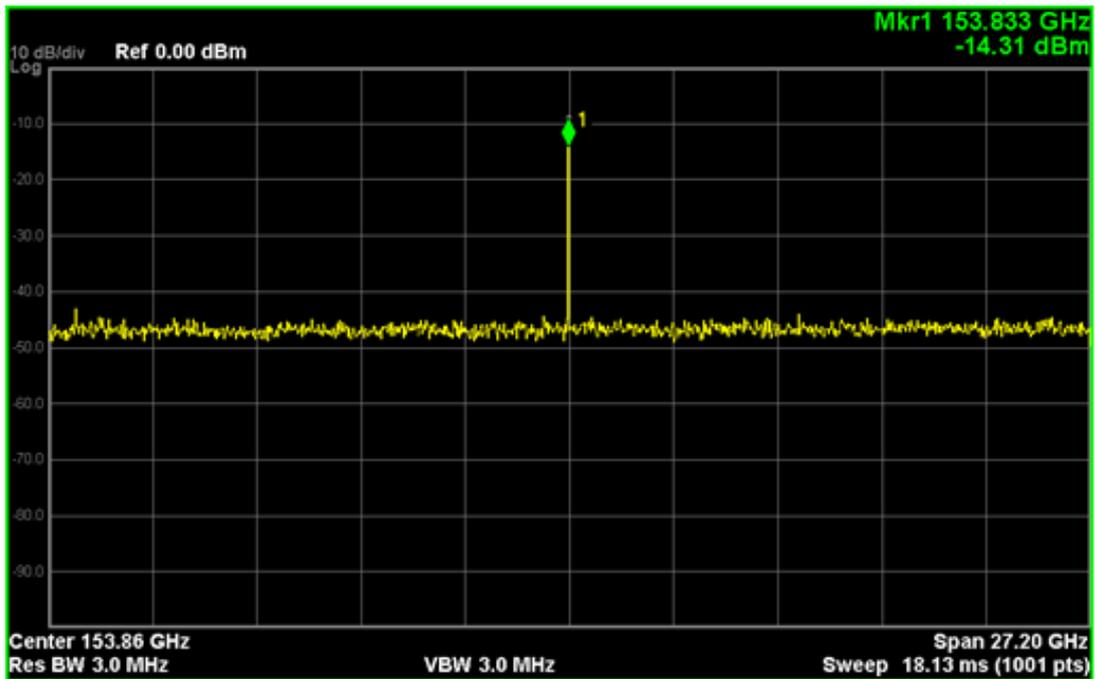


Рисунок 2. Спектр выходного сигнала образца передающего модуля

Как видно из рисунка, частота генерации составляет 153,8ГГц, мощность, замеренная с помощью болометрического измерителя мощности порядка 10 мВт.

Зависимость выходной мощности от частоты генерации отображена на рисунке 3.

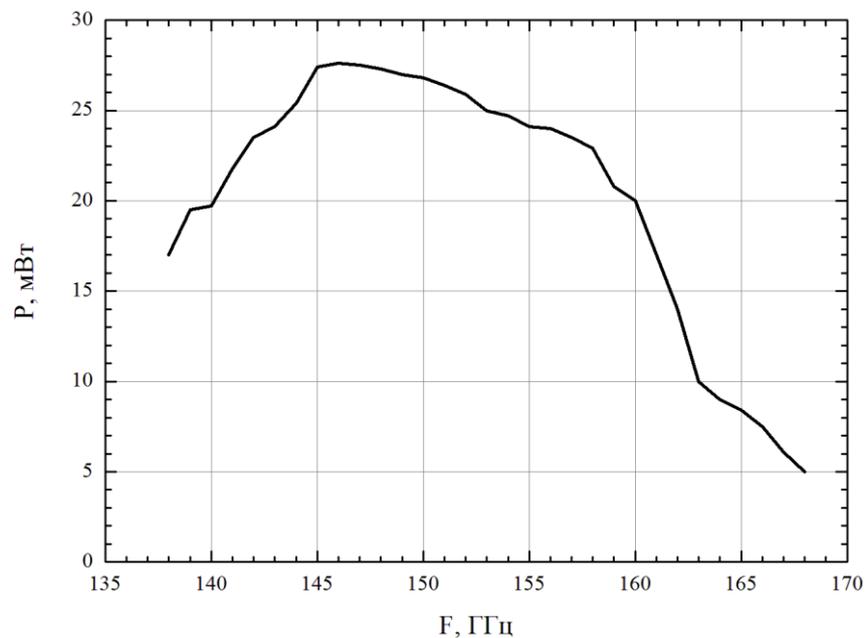


Рисунок 3. Зависимость выходной мощности модуля от частоты генерации.

Выводы

По результатам экспериментальных исследований ЛПД оптимизированной конструкции получено:

Выходная мощность в диапазоне 138 – 145 ГГц увеличивается с 17 до 27 мВт, в диапазоне 145 – 150 держится на уровне 27 мВт, в диапазоне 150 – 160 ГГц уменьшается с 27 до 20 мВт, в диапазоне 160 – 170 ГГц снижается до 5 мВт. Если необходимо работать на участке близком к 170 ГГц, то необходимо провести дальнейшие исследования по оптимизации эпитаксиальной кремниевой структуры для повышения уровня выходной мощности.

Библиографический список

1. Тагер А. С. Лавинно-пролетный диод и его применение в технике СВЧ. // УФН. – 1966. – Т.90. –Вып. 6. – С. 631-666;
2. Карушкин Н.Ф., Мальцев С.Б., Можар М.К., Рукин В.П., Хитровский В.А. Твердотельные приемопередающие модули для современной радиолокационной техники миллиметрового диапазона". XV Международная научно-техническая конференция "Радиолокация, навигация, связь" (RLNC*2009). Воронеж, Россия.-2009.-Том 1. – С. 2011 – 2015;
3. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 488 с;
4. Дробахин О.О., Плаксин С.В., Рябчий В.Д., Салтыков Д.Ю. Техника и полупроводниковая электроника СВЧ: Учебное пособие [Электронное издание]. – Севастополь: Вебер, 2013.– 322 с.