

ВНУТРИСОГЛАСОВАННЫЙ ТРАНЗИСТОР X-ДИАПАЗОНА С ПОВЫШЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ УСИЛЕНИЯ И КПД

Ляпин Л. В., Манченко Л. В., Пчелин В. А., Трегубов В. Б.
ФГУП НПП «Исток» Вокзальная 2а, г. Фрязино, Московская обл., 141190, Россия
Тел.: (495) 4658620, e-mail: solidstate10@mail.ru

Аннотация – Разработан внутрисогласованный транзистор (ВСТ) 3-х сантиметрового диапазона длин волн, обеспечивающий выходную мощность не менее 10 Вт при КПД 30%–40% и коэффициентом усиления 13...14 дБ. Корпус ВСТ металлокерамический, герметичный, соответствующий международному типу «IK». Приведены расчетные и экспериментальные характеристики ВСТ и особенности конструкции. Представлены результаты измерений 30 образцов ВСТ.

I. Введение

Широко используемые в технике СВЧ внутрисогласованные транзисторы, в частности ТИМ0910-15Л [1] имеют коэффициент усиления 6...7 дБ и КПД 20%. Специфика настоящей работы заключается в том, что имеющийся коэффициент усиления и КПД существующих ВСТ недостаточны для обеспечения требуемых характеристик разрабатываемой аппаратуры в заданных размерах. К разрабатываемому прибору предъявлялись весьма специфические требования: выходная мощность не менее 10 Вт в полосе 10% при КПД не менее 25%, коэффициент усиления не менее 13 дБ. Схема расположена в стандартном для внутрисогласованных транзисторов корпусе с внутренними размерами $10 \times 14 \times 1,8$ мм. Напряжения подаются на вход и выход корпуса, устройство работает в импульсном режиме.

II. Основная часть

Требования на коэффициент усиления и выходную мощность автоматически приводят к необходимости разработки двухкаскадной схемы с суммированием 4-х транзисторов в выходном каскаде. В этих условиях ограничения по размерам заставляют располагать согласующие и суммирующие элементы схемы очень близко друг от друга и цепей питания.

Для выполнения поставленных задач был использован кристалл транзистора с шириной затвора 4 мм, выходной мощностью 4 Вт, обеспечивающий КПД 59% в частотном диапазоне до 12 ГГц [2].

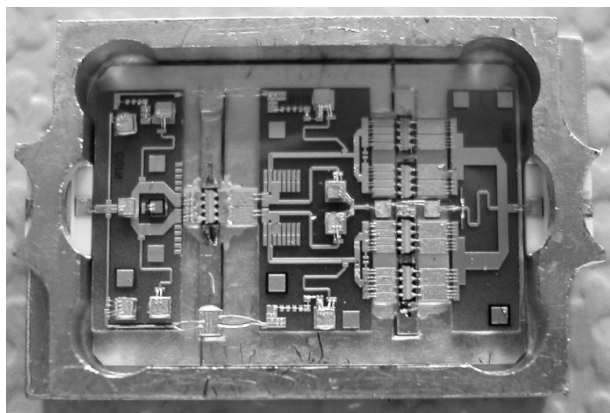


Рис. 1. Внешний вид ВСТ.

Fig. 1. Photo of an internally matched transistor

С целью увеличения коэффициента усиления была разработана двухкаскадная схема ВСТ рис. 1. В

первом каскаде использовался один кристалл транзистора, во втором каскаде – четыре. Цепи деления, согласования и суммирования были выполнены на подложках из поликора толщиной 0,25 мм и барий – самарий – титановых подложках (БСТ) той же толщины с высокой диэлектрической проницаемостью ($\epsilon = 80$). Цепи деления и суммирования несли функцию согласования затворов и стокос транзистора. Методика согласования каскадов приблизилась в какой-то мере к схемам МИС, т.е. выходная схема входного каскада согласовывалась со входом выходного каскада без перехода на 50 Ом линию, что позволило поместить платы в заданной конструкции корпуса с внутренними размерами $10 \times 14 \times 1,8$ мм. Для обеспечения рабочего режима кристалла были введены цепи питания входного и двух пар выходных транзисторов. При расчете топологии были использованы результаты работы [3]. Нелинейная модель транзистора восстанавливалась стандартным образом [4]. В расчете учитывались элементы монтажа кристаллов, величины емкостей, стоящих в фильтрующих, проходных и питающих цепях. Результаты расчета зависимости выходной мощности прибора при входной мощности 500 мВт и напряжении питания 8 В приведены на рис. 2

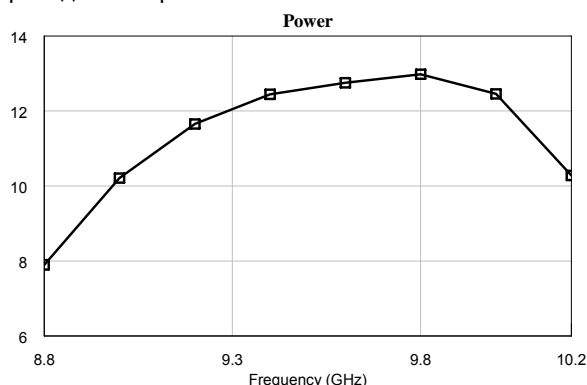


Рис. 2. Зависимость выходной мощности от частоты: $P_{ex}=500$ мВт.

Fig. 2. Dependence on output power of frequency: $P_{in}=500$ mW

Транзистор помещается в герметичный корпус. Вносимые потери корпуса не превышают 0,4 дБ (или менее 0,2 дБ на один ввод/вывод), а КСВн микрополоскового ввода не превышает величину 1,2.

Конструкция корпуса выдерживает:

- вибрационные нагрузки: частотой 1-500 Гц с амплитудой ускорения 3g.
- механический удар: типовое ударное ускорение 15g длительность – 2-20 мс.
число ударов – 6000
- термоциклы: -60°C , $+150^{\circ}\text{C}$ - 5 циклов
- климатические воздействия: повышенная влажность 98% при $+35^{\circ}\text{C}$ в течении 8 суток.
- воздействие повторных нагревов до 310°C в защитной среде, имитирующих пайку кристаллов и плат в корпус низкотемпературными припоями.

Вопросы конструкции, монтажа кристаллов и технологических особенностей ВСТ более подробно приведены в работах [3].

Отличительной особенностью данного прибора оказалось удобство настройки. Для настройки использовались генератор, технологический усилитель и измеритель мощности. Вначале ВСТ настраивался на максимальную выходную мощность в центре полосы, затем проводилась коррекция по краям полосы. Время настройки обычно не превышало 10 минут. Распределение выходной мощности по частотам 30 ВСТ при напряжении питания 8 В показаны на гистограмме (рис. 3).

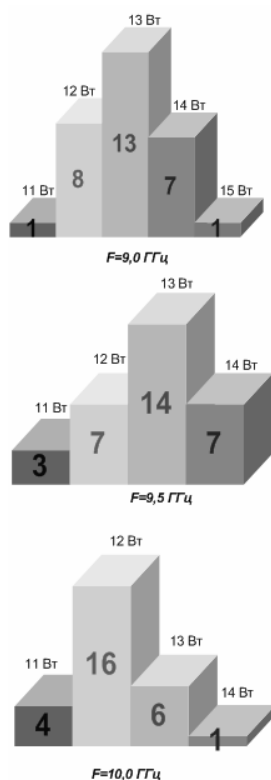


Рис. 3. Распределение выходной мощности по частотам 30 ВСТ.

Fig. 3. Output power distribution of frequency for 30 internally matched FET

Разработанный ВСТ обеспечивает выходную мощность не менее 10 Вт в диапазоне частот 9...10 ГГц с кпд 30% - 40% при входной мощности 500 мВт и напряжении питания 8 В.

III. Заключение

Представлен ВСТ в металлокерамическом корпусе, работающий с повышенным коэффициентом усиления и кпд в X – диапазоне. Размеры ВСТ укладываются в международный типоряд «IK». Применение кристаллов с гетероструктурой, а также специальных методик расчета позволили получить внутрисогласованный транзистор с улучшенными электрическими характеристиками при минимальных габаритах.

IV. Список литературы

- [1] Toshiba Corporation mw5003196.
- [2] TriQuint Semiconductor, Advance Product Information, September 19, 2005 Web: www.triquint.com.
- [3] Королёв А. Н., Климова А. В., Красник В. А., Ляпин Л. В., Малыщук В. М., Манченко Л. В., Пчелин В. А., Трегубов В. Б. Мощные корпусированные внутрисогласованные транзисторы S-, C-, X-, и Ku- диапазонов длин волн. Радиотехника №3 2007г. Стр53-56.
- [4] Красник В. М., Манченко Л. В., Пашковский А. Б., Потапова Т. И., Пчелин В. А. "Нелинейная модель гетероструктурных полевых транзисторов с субмикронным затвором ФГУП НПП «ИСТОК»" Материалы 17-й Международной Крымской конференции "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии" Севастополь: "Вебер", с.69-70, 2007.

HIGH POWER INTERNALLY MATCHED TRANSISTOR OF R&PC "ISTOK"

Liapin L. V., Manchenko L. V., Pchelin V. A. Tregubov V. B.
Federal State Unitary Corporation R&PC «Istok»
 2a Vokzalnaya Str., Fryazino, Moscow reg.
 141190, Russia
 Ph.: (095) 4658620, e-mail: solidstate10@mail.ru

Abstract – High power hermetically sealed, internally matched transistor for 3 cm wave length band applications with output power higher than 10 W, and associated gain higher than 13 dB, and efficiency higher than 30 % has been developed. Transistor is designed for continuous and pulse operation. Experimental results for 30 internally matched transistors are demonstrated.