

В.М. Малыщик, В.А. Пчелин, В.Б. Трегубов

ОАО «НПП «Исток» им. Шокина»

Компактные внутрисогласованные транзисторы X-диапазона

Разработан ряд корпусированных внутрисогласованных транзисторов для АФАР X-диапазона с выходной мощностью от 10 до 20 Вт. с использованием гибридно-интегральной технологии.

Ключевые слова: усилитель СВЧ мощности, внутрисогласованный транзистор, гибридно-интегральная технология

Введение

В передающих каналах АФАР, аппаратуре специального назначения широко используются МИС, имеющие малые габариты и высокие электрические характеристики, такие как: величина выходной мощности, КПД, полоса рабочих частот. В то же время разработка МИС экономически оправдана при их массовом выпуске. Альтернативным решением может являться применение внутрисогласованного транзистора (ВСТ).

Основная часть

ВСТ уступает МИС на GaAs кристаллах по габаритам (в основном, по продольному размеру), однако, сравним по электрическим параметрам. Кроме того, он дешевле в разработке и изготовлении, так как используется хорошо отработанная технология ГИС. В ВСТ схемы согласования и суммирования мощности одного или нескольких транзисторов заключены в герметичный металлокерамический корпус с 50 Ом МПЛ СВЧ выводами. Для согласования кристаллов транзисторов используется керамика с различной величиной диэлектрической проницаемости. Как правило, напряжения питания подаются на ВСТ через СВЧ вход и выход. На рис.1. представлен разработанный нами ВСТ с внешними МПП цепями питания и Рвых не менее 10 Вт в X диапазоне длин волн [1].



Рисунок 1

Для использования в усилителях мощности в ФГУП «НПП «Исток» разработан ряд гетероструктурных GaAs транзисторов, с различной шириной затвора и, следовательно, выходной мощностью.

Таблица 1

Наименование транзистора	Ширина затвора, мм	$P_{\text{вых}}$, Вт	КПД, %
 Принц 2-70	3,36	3,0	45
Принц 4-50	4,8	4,0	45
Принц 4-70	6,72	6	45
Принц 4-105	10,6	8	45

Необходимо отметить, что выпускаемые корпусированные ВСТ однокаскадные. Нам удалось разработать двухкаскадный ВСТ, в выходном каскаде которого суммируется мощность двух транзисторов Принц 4-105. с размерами, приемлемыми для использования его в АФАР X-диапазона. На рис.2 приведены электрические характеристики 10 - ваттного МИС Mimix XP1006 и разработанного ВУМ 10, а так же их внешний вид. В ВСТ с $P_{\text{вых}}$ не менее 10Вт использовались транзисторы «Принц 4-105».

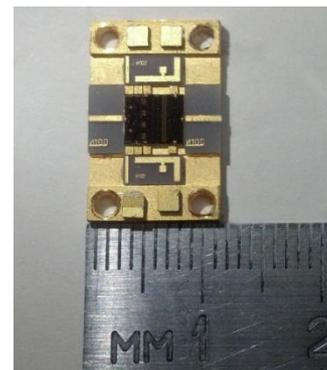
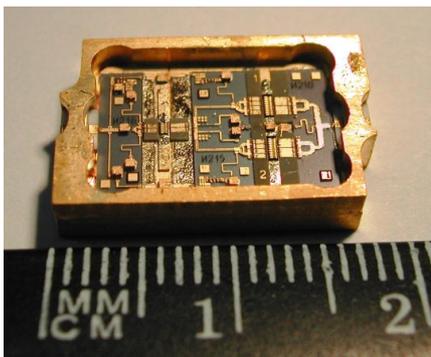
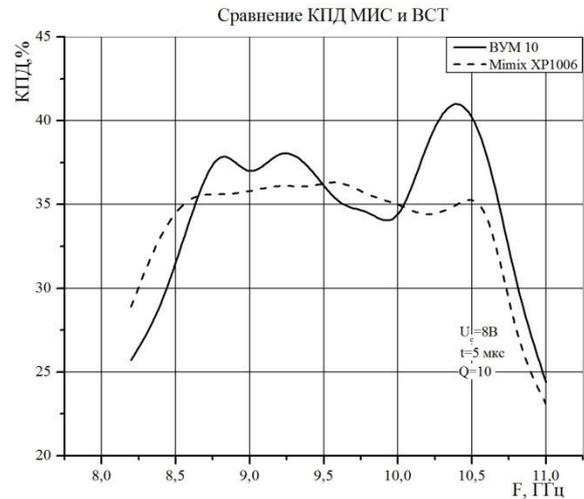
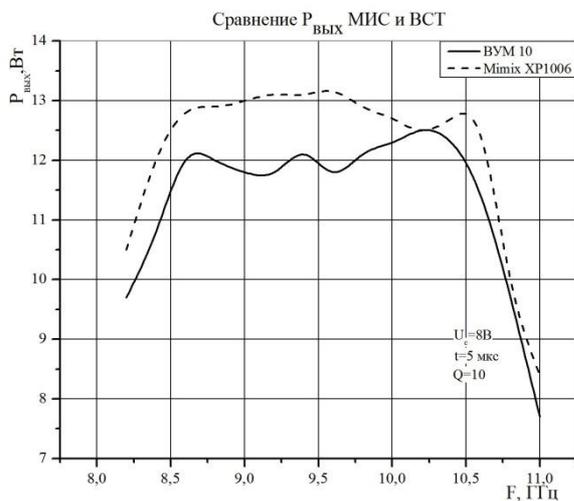


Рисунок 2

Учитывая опыт разработки 10 Ваттного ВСТ был создан усилитель мощности для АФАР X-диапазона с $P_{\text{вых}}$ 17-21 Вт и КПД 25-30%. Усилитель так же двухкаскадный, в первом каскаде используется один гетероструктурный кристалл «Принц 4-70», во втором суммируется мощность 4-х таких кристаллов [2]. Внешний вид ВСТ и его выходная мощность приведены на рис.3.

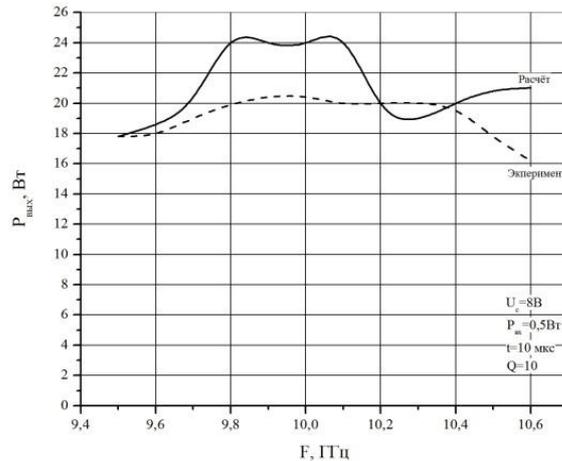
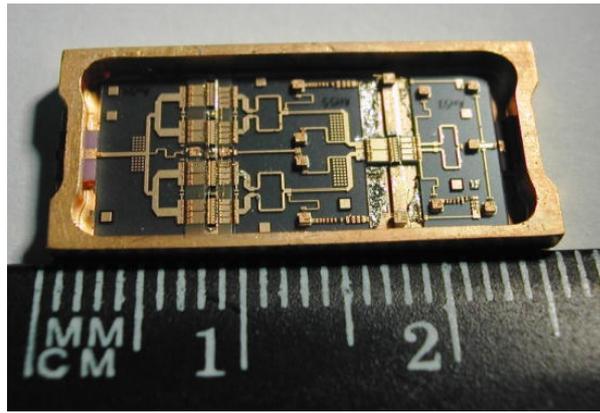


Рисунок 3

Измерения S-параметров секции проводились в 50-омной линии и в специальной микрополосковой схеме, обеспечивающей максимальную выходную мощность одной секции. Один из вариантов такой схемы представлен на рис. 4. Для определения электрических характеристик полного транзистора была создана тестовая схема проверки его параметров (рис.5).

При проектировании представленных выше ВСТ проводились расчётно-экспериментальные работы по созданию большесигнальных моделей транзисторов. Разрабатывались методики определения электрических параметров одной секции каждого типа транзистора, рассчитывались схемы согласования и суммирования полного транзистора.

Был решён ряд задач по обеспечению устойчивости схемы, конструкции и изготовления корпуса ВСТ.

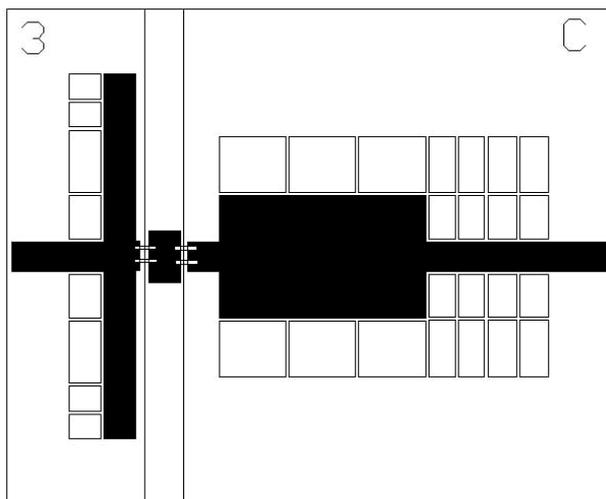


Рисунок 4

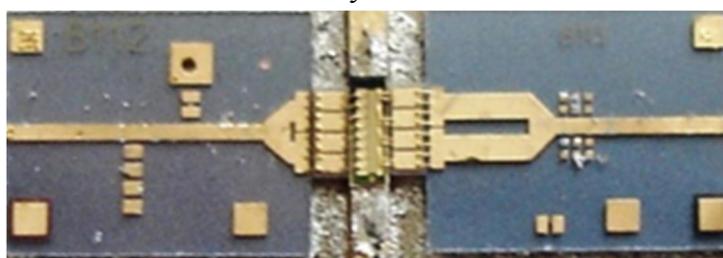


Рисунок 5

Заключение

Электрические характеристики представленных изделий, в которых применяются гетероструктурные GaAs транзисторы, соответствуют современному мировому уровню.

Таким образом, с использованием хорошо отработанной и дешёвой ГИС технологии, были созданы усилители мощности для АФАР X-диапазона, практически не уступающие по электрическим характеристикам аналогичным усилителям на МИС.

Библиографический список

1. Манченко Л.В., Пчелин В.А., Трегубов В.Б «Двухкаскадный усилитель мощности X-диапазона на гетероструктурных полевых транзисторах ФГУП «НПП «Исток»». Материалы 20-той Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». Севастополь, Севастополь: «Вебер» с. 127-128, 2010.

2. Пчелин В.А., Корчагин И.П., Мальщик В.М., Галдецкий А.В., Манченко Л.В., Капралова А.А. «Двухкаскадный усилитель X-диапазона с выходной мощностью 17 Вт на элементной базе ФГУП «НПП «Исток»». Материалы 21-ой Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». Севастополь: «Вебер» с. 135-136, 2011.