

## GaAs МИС ШИРОКОПОЛОСНОГО ДВОЙНОГО БАЛАНСНОГО СМЕСИТЕЛЯ

*Д.С. Хохол, аспирант, Е.В. Дмитриченко, аспирант,  
А.А. Баров, вед. инженер, А.В. Кондратенко, инженер;*

*ТУСУР, ЗАО «НПФ «Микран»,  
г. Томск, т. 413-403, [alkon@micran.ru](mailto:alkon@micran.ru)*

Широкополосные балансные смесители СВЧ, выполненные по технологии гибридно-интегральных схем (ГИС), имеют ограничения по диапазону рабочих частот, которые обусловлены технологическими нормами на изготовление планарных противофазных трансформаторов и значительными паразитными составляющими межэлементных соединений. В значительной степени снизить и/или исключить указанные недостатки можно при переходе на монолитно-интегральное исполнение смесителя. В литературе приводится достаточно много публикаций, посвященных разработке монолитных интегральных схем (МИС) сверхширокополосных смесителей [1-4]. Отличительными чертами указанных МИС является технология изготовления нелинейного элемента, способ построения противофазных трансформаторов и наличие планарных конденсаторов на кристалле.

В докладе представлены результаты разработки МИС двойного балансного смесителя диапазона 4-18 ГГц на основе 0,25 мкм GaAs рНЕМТ технологии ЗАО «НПФ Микран». Анализируя варианты схемного решения и изготовления МИС, было отдано предпочтение схеме пассивного кольцевого смесителя с противофазными трансформаторами на связанных линиях. На рис. 1 представлена эквивалентная схема устройства.

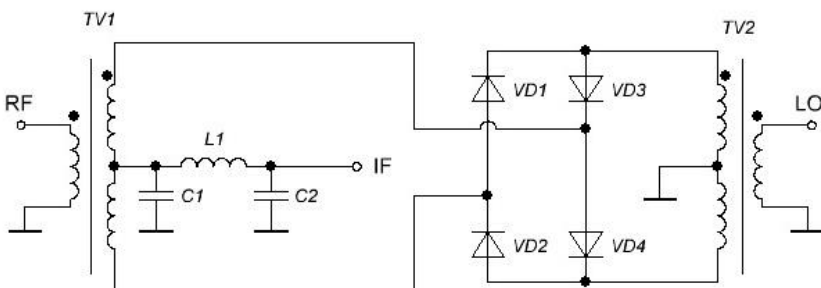


Рис. 1 – Эквивалентная схема смесителя

В качестве нелинейных элементов используются диоды Шотки (ДШ), выполненные по транзисторной технологии. Основное достоинство данного решения заключается в получении малого рельефа топологии в областях перехода от нелинейного элемента к трансформатору. Технологические трудности, связанные с большим рельефом топологии, были выявлены ранее, при реализации МИС смесителя, построенного на основе ДШ с вертикальной структурой [4]. При переходе к планарным ДШ, выполненным по рНЕМТ технологии, рельеф топологии в области перехода составил менее 1 мкм, что значительно облегчило реализацию противофазных трансформаторов.

Недостаток применения планарных диодов, выполненных по транзисторной технологии, состоит в более высоком паразитном последовательном сопротивлении последних (в сравнении с вертикальными структурами), что приводит к большим потерям преобразования в смесителе.

В настоящее время экспериментальные пластины с кристаллами смесителей находятся на этапе изготовления на технологической линии ЗАО «НПФ Микран». Топология разработанной МИС представлена на рис. 2. Размеры кристалла 2.0x1.5x0.1 мм.

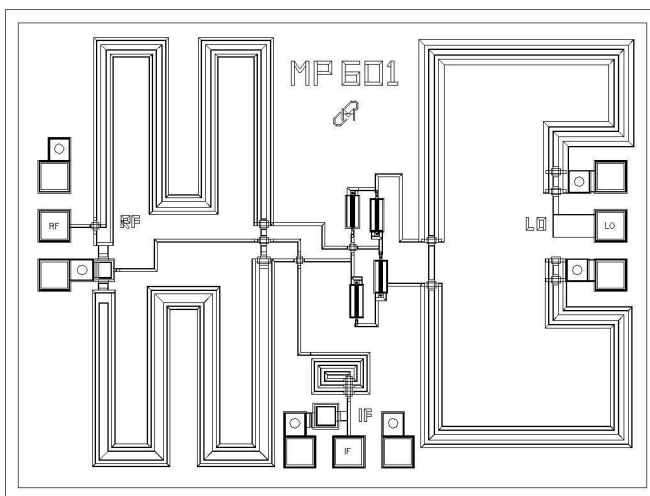


Рис. 2 – Топология МИС смесителя

Трансформаторы Маршанда в трактах радиосигнала (RF) и гетеродина (LO) имеют несимметричную структуру, поскольку на них возлагается не только функция противофазного деления сигнала между диагоналями диодного кольца, но и функция согласования

сопротивления трактов RF и LO с входным сопротивлением диодного кольца. Вывод сигнала промежуточной частоты (IF) реализуется через трансформатор тракта радиочастоты. П-образное звено ФНЧ в тракте IF увеличивает развязку IF-LO.

Основные расчетные электрические параметры смесителя представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Диапазон частот радиосигнала RF, ГГц	4...18
Диапазон частот гетеродина LO, ГГц	4...20
Диапазон частот сигнала промежуточной частоты IF, ГГц	0...2
Потери преобразования, дБ, не более	13
Развязка трактов RF и LO, дБ, не менее	30
Развязка трактов LO и IF, дБ, не менее	30
Номинальная мощность гетеродина, дБм	18

Разработка МИС широкополосного смесителя была проведена с целью замещения аналогов зарубежного производства, которые в больших количествах применяются в различной аппаратуре диапазона СВЧ, производимой ЗАО «НПФ Микран».

Данная работа позволила провести верификацию моделей, а также методики проектирования. На основе имеющегося опыта в настоящее время ведется разработка смесителя миллиметрового диапазона.

### Литература

1. Maas S.A. A Broadband planar doubly balanced monolithic Ka-Band diode mixer / S.A. Maas, K.W. Chang // Microwave and Millimeter-Wave Monolithic Circuits Symposium Digest. – 1993. – P. 53–56.

2. Brinlee W.R. A novel planar double-balanced 6-18 GHz MMIC mixer / W.R. Brinlee, A.M. Pavio, K.R. Varian // MTT-S International Microwave Symposium Digest. – 1994. – Vol. 1. – P. 9–12.

3. Maas S.A. A broadband planar monolithic ring mixer / S.A. Maas, M. Kintis, F. Fong // Microwave and Millimeter-Wave Monolithic Circuits Symposium Digest. – 1996. – P. 51–54.

4. Баров А.А. GaAs МИС сверхширокополосного двойного балансного смесителя / А.А. Баров, В.Я. Гюнтер, М.Г. Игнатъев // Электронные средства и системы управления: Доклады Международной научно-практической конференции. – Томск: Институт оптики и атмосферы СО РАН, 2005. В 2 ч. Ч. 1. – С. 142–146.