

# ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ГИБРИДНЫЙ ДВОЙНОЙ БАЛАНСНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ

Аржанов С.Н., Баров А.А., Игнатъев М.Г.

НПФ Микран, Вершинина, д.47, Томск – 634034, Россия

Тел.: +7(3822) 413403; e-mail: [serg@micran.ru](mailto:serg@micran.ru), [a\\_barov@micran.ru](mailto:a_barov@micran.ru)

Опубликовано в сборнике трудов 14-ой Международной Крымской конференции "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии" (КрыМиКо'2004). 13-17 Сентября, Севастополь, Крым, Украина.

Аннотация – Приведены результаты разработки гибридно-интегральной схемы (ГИС) широкополосного двойного балансного диодного смесителя, обеспечивающего широкую рабочую полосу частот сигнала и гетеродина при высокой развязке и малой неравномерности частотной характеристики потерь преобразования.

## I. Введение

В преобразовательной технике УКВ и СВЧ диапазона широко используются пассивные двойные балансные смесители построенные по кольцевой схеме включения диодов. В отечественной литературе практически отсутствуют публикации посвященные разработке диодных двойных балансных смесителей со звездообразной схемой включения. При построении смесителя по планарной технологии звездообразная схема включения диодов может оказаться более предпочтительной, так как конструктивно просто осуществляется развязка между трактами сигнала, гетеродина и промежуточной частоты (ПЧ).

В докладе приводятся результаты разработки диодного, широкополосного, звездообразного двойного балансного смесителя С-диапазона, выполненного по ГИС технологии на поликорровой подложке.

## II. Основная часть

Основной проблемой построения двойных балансных смесителей является организация широкополосных противофазных делителей мощности и их взаимосвязи с нелинейными элементами (диодами). При работе в СВЧ диапазоне в качестве противофазных делителей мощности используются четвертьволновые связанные линии. Сложность заключается в периодичности трансформирующей функции данных элементов по частоте. В результате цепь низкочастотного тракта смесителя может вносить существенный паразитный импеданс на частоте высокочастотного тракта. Ситуация легко разрешима при построении узкополосных смесителей с большим разнесом по преобразованной частоте [1]. При построении широкополосных смесителей, особенно с "высокой" промежуточной частотой, требования к величине развязки трансформаторов связи в схемах с кольцевым включением диодов становятся критическими, и, зачастую, трудно реализуемыми. Иначе дела обстоят в звездообразной схеме включения, где цепь ПЧ, включенная в общую точку соединения диодов, оказывается физически развязана с противофазными мостами высокочастотного тракта сигнала и гетеродина. В зарубежной литературе можно легко проследить эволюцию развития схем звездообразных двойных балансных смесителей [2-6].

В докладе приводится пример расчета и проектирования планарного двойного балансного смесителя со структурой «звезда», производимого по технологии тонкопленочной ГИС (см.рис.1). Керамическая подложка содержит два противофазных моста выполненных на основе микрополосковых связанных линий с боковой связью (1), кристалла с четверкой диодов (2) и схемы распределенного фильтра низкой

частоты (ФНЧ) в тракте ПЧ (3). Размеры поликорровой подложки 20×19×0.5мм.

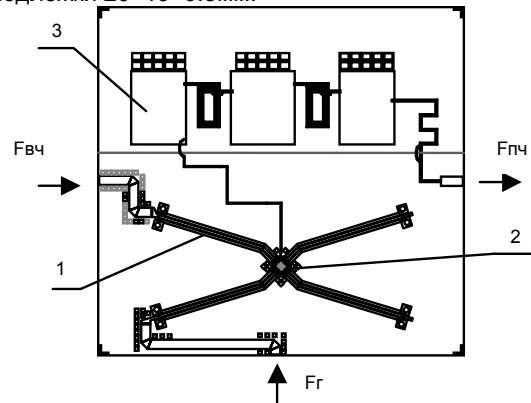


Рис.1 – Топология ГИС двойного балансного смесителя

Спроектированы, изготовлены и испытаны опытные образцы смесителей. Приводятся экспериментальные данные частотных и динамических характеристик смесителя (рис.2), а также схема измерительного стенда, состоящего из стандартного промышленного оборудования.

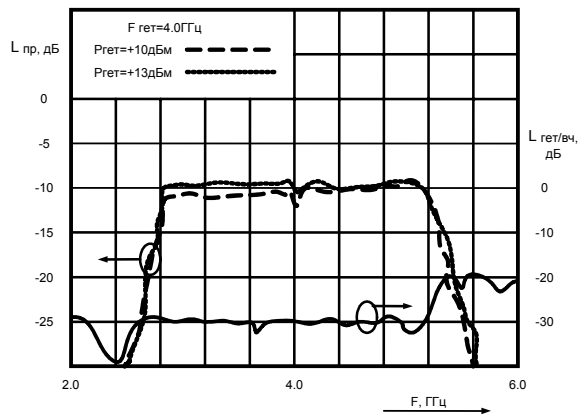


Рис.2 – Частотные характеристики разработанного смесителя

В макетах использовались опытные образцы GaAs кристаллов счетверенной диодной сборки собственного производства. Показана взаимосвязь параметров диода с экспериментальными характеристиками смесителя.

Основные технические характеристики разработанного смесителя приведены в табл.1.

Таблица 1.

Параметр	Значение
Частота ВЧ сигнала, ГГц	2.8-5.6
Частота гетеродина, ГГц	2.8-5.6
Частота сигнала ПЧ, ГГц	0.1-2.5
Потери преобразования (Pг=+13дБм), дБ	9
Развязка тракта гетеродина и ВЧ, дБ	≥25
ИРЗ* (Pг=+13дБм), дБм	+14

\*-интерполяционная точка пересечения основного продукта преобразования с продуктами третьего порядка пересчитанная на вход.

Представленный смеситель можно использовать в качестве преобразователя сигнала как вверх, так и вниз.

### III. Заключение

Разработанный смеситель является широкополосным, высокочастотным устройством. Полученные экспериментальные данные могут служить для верификации расчетных моделей при разработке смесителей данного класса в других частотных диапазонах и монолитно-интегральном исполнении.

#### IV. Список литературы

- [1] Аржанов С.Н., Баров А.А., Вавилин В.Н. и др. Гибридные интегральные функциональные устройства СВЧ. Электронная промышленность, №1-2, 1998г., с.137-144.
- [2] R.B. Mouw. "A Broad-Band Hybrid Junction and Application to the Star Modulator." 1968 Transactions on Microwave Theory and Techniques 16.11 (Nov. 1968 [T-MTT]): 911-918.
- [3] R. Knochel, B. Mayer and U. Goebel. "Unilateral Microstrip Balanced and Doubly Balanced Mixers." 1989 MTT-S International Microwave Symposium Digest 89.3 (1989 Vol. III [MWSYM]): 1247-1250.
- [4] J. Staudinger and M. Friesen. "Fully Integrated Double Balanced MMIC Mixer Using a Star Arrangement of Diodes for Extended IF Performance." 1992 MTT-S International Microwave Symposium Digest 92.3 (1992 Vol. III [MWSYM]): 1163-1166.
- [5] S.A. Maas and K.W. Chang. "A Broadband, Planar, Doubly Balanced Monolithic Ka-Band Diode Mixer (Dec. 1993 [T-MTT])." 1993 Transactions on Microwave Theory and Techniques (Dec. 1993 [T-MTT] (1993 Symposium Issue)): 2330-2335.
- [6] Chi-Yang Chang, Ching-Wen Tang and Dow-Chih Niu. "Broadband, planar, doubly balanced star mixers." 2000 MTT-S International Microwave Symposium Digest 00.1 (2000 Vol. I[MWSYM]):513-516.

## BROADBAND, HYBRID, DOUBLY BALANCED MIXER

Arganov C. N., Barov A. A., Ignatjev M.G  
Micran Co., 47, Vershinina, Tomsk - 634034, Russia  
phone: +7(3822) 413403  
e-mail: [serg@micran.ru](mailto:serg@micran.ru) , [a\\_barov@micran.ru](mailto:a_barov@micran.ru)

*Abstract - It is pointed out the results of the hybrid-integrated circuit design of the broadband double-balanced diode mixer which provides a broad operating frequency band of a signal and heterodyne at the high decoupling and low ripple of the conversion loss frequency characteristic.*

#### I. Introduction

*In the UHF (ultra-high frequency) and microwave conversion equipment passive double-balanced mixers are widely used which are based on the diode ring connection scheme.*

*In the report it is pointed out the design results of the C-band diode broadband star-type double-balanced mixer which is designed according to the hybrid-integrated circuit technique on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> wafer.*

#### II. Main part

*Designing broadband mixers especially with "high" intermediate frequency, the requirements to the decoupling value of the coupling transformers in the diode ring connection scheme become important and often hard-accomplished. It is a*

*different way concerning to the star-type connection scheme, where the IF (intermediate frequency) circuit connected to the common diode connection point is naturally decoupled with antiphase baluns of the microwave channel signal and heterodyne. In the foreign literature it can be easily found the development scheme evolution of the star-type double-balanced mixers (2-6).*

*In the report there is a computation and designing example of the planar double-balanced mixer with the structure "star", made according to the hybrid-integrated circuit thin-film technique. Ceramic wafer includes 2 antiphase baluns designed on the base of microstripes connected lines with lateral connection (1), the GaAs MMIC with 4 diodes (2) and a low pass distributed filter scheme in the IF path (3). Dimensions of the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> wafer 20\*19\*0.5 mm.*

*The experimental examples of the mixers are designed, manufactured and tested. There are experimental data of frequency and dynamic characteristics of the mixer and also the scheme of the measure desk consisting of standard industrial equipment.*

*In the breadboards the experimental examples of GaAs MMIC of the quadruple diode assembly of proper manufacture are used. The relation of the diode parameters and the experimental characteristics of the mixer is represented.*

*The basic specifications of the designed mixer is represented in the table 1.*

*The represented mixer can be used as a signal converter both up and down.*

#### III. Conclusion

*The designed mixer is a broadband high-dynamic device. Taken experimental data can be used for verification of design modules during designing of the mixers of this class in other frequency ranges and full GaAs MMIC version.*