

ULTRAWIDEBAND DIRECTIONAL POWER DETECTORS

Zagorodny A. S.^{1,2}, Voronin N. N.^{1,2}, Goshin G. G.¹, I.V. Yunusov I. V.^{1,2}, V.A. Gushchin V. A.^{1,2}

¹Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics

40, Lenin Str., Tomsk, 634050, Russian Federation

Ph.: (3822)900037, e-mail: andreyzag@micran.ru

²“MICRAN”, Research & Production Company

47, Vershinin Str., Tomsk, 634034, Russian Federation

Abstract — The present paper concerns the results of design and manufacturing of GaAs MMIC directional power detectors. Detectors frequency range is from 10 MHz up to 40 GHz. Insertion loss is less than 2 dB; chip size is 1.75 x 0.75 x 0.1 mm. MMIC can be used for microwave measurement systems and for small-size detector blocks.

СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ ПРОХОДЯЩЕЙ МОЩНОСТИ

Загородний А. С.^{1,2}, Воронин Н. Н.^{1,2}, Гошин Г. Г.¹, Юнусов И. В.^{1,2}, Гушин В. А.^{1,2}

¹Томский государственный Университет систем управления радиоэлектроники (ТУСУР)

ул. Ленина, 40, Томск, 634050, Россия

тел.: (3822)900037, e-mail: andreyzag@micran.ru

²ЗАО «НПФ «Микран», ул. Вершинина 47, Томск, 634034, Россия

Аннотация — В работе представлены результаты разработки МИС пассивных детекторов проходящей мощности, выполненных на подложке арсенида галлия. Диапазон рабочих частот от 10 МГц до 40 ГГц. Вносимые потери не более 2 дБ. Размеры кристалла 1.75x0.75x0.1 мм. МИС могут быть включены в измерительные системы, а также служить основой для малогабаритных блоков направленных детекторов мощности.

I. Введение

Использование практически любых радиотехнических устройств предполагает контроль мощности, поступающей на его вход или передающейся с него. Для измерения мощности применяются устройства на основе различных преобразователей. Наиболее часто применяются измерители поглощённой мощности, требующие при измерениях отключения от нагрузки. Однако в ряде случаев требуется непрерывно контролировать мощность сигналов, передающихся по фидеру. Для этого применяют устройства, включаемые в линию передачи последовательно. В подобных случаях актуально минимизировать уровень вносимых потерь. Тогда применяют направленные ответвители в комплекте с детекторами поглощённой мощности. Альтернативным решением является применение детекторов проходящей мощности. Данные устройства, как правило, компактнее, а также обладают существенно меньшей минимальной рабочей частотой.

В докладе представлены результаты разработки и исследования монолитных интегральных схем (МИС) детекторов проходящей мощности. Они включаются в фидер, не вносят значительного рассогласования и ответвляют лишь небольшую часть сигнала для детектирования. Отличительной особенностью изделий является широкий частотный диапазон: от 10 МГц до 40 ГГц. МИС произведены в ЗАО «НПФ «Микран» на основе собственной технологии арсенид галлиевых низкобарьерных диодов [1,2].

II. Основная часть

Схемотехнически МИС детекторов проходящей мощности базируются на интеграции мостовой резистивной схемы с диодным детектором. Фотография МИС приведена на рис.1. СВЧ вход микросхемы MD902 обозначен «RF IN», выход «RF OUT», выход детектируемого напряжения «Udet». Напряжение увеличивается с ростом мощности сигнала, проходящей через МИС.

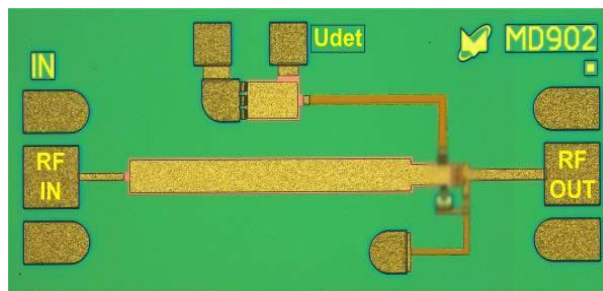


Рис. 1. Фото MD902.

Fig. 1. Microphoto of MD902

Параметры рассеяния микросхемы приведены на рис.2., Можно видеть, что возвратные потери входа «RF IN» в полосе рабочих частот не превышает уровня минус 18,5 дБ. Модуль коэффициента передачи не превышает 2 дБ и не более 1.5 дБ в полосе частот до 20 ГГц.

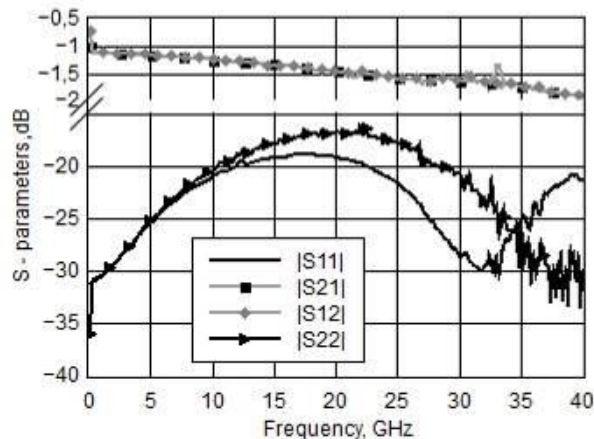


Рис. 2. Параметры рассеяния микросхемы MD902

Fig. 2. MMIC MD902 S-parameters

При разработке учитывался способ монтажа МИС, представляющий разварку проволочками длиной 80-90 мкм. В микросхеме предусмотрена компенсация паразитных параметров подключаемых проволочек. Графики на рис. 2 представлены для МИС с проволочками. Детекторная характеристика, представляющая собой зависимость детектируемого напряжения от уровня мощности приведена на рис.3. Видно, что характеристика на разных частотах имеет хорошую повторяемость, это важное условие для точных измерений в широкой полосе частот. Динамический диапазон микросхемы MD902 составляет 65 дБ (от минус 40 дБм до 25 дБм). Чувствительность по напряжению около 100 мВ/мВт для мощности до минус 10 дБм. Максимальная входная мощность МИС составляет 30 дБм при обеспечении КСВ по входу и выходу не более 1.3 и уменьшается при рассогласовании.

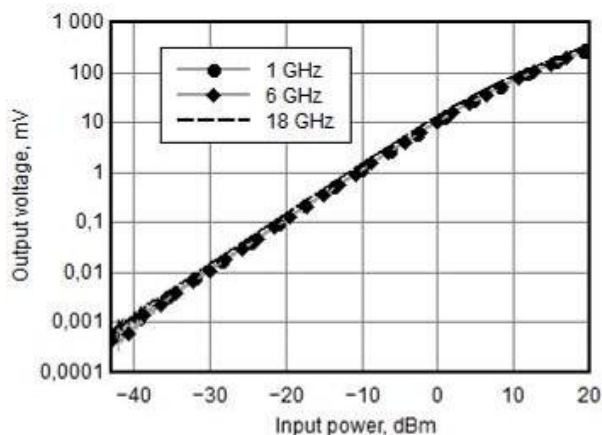


Рис. 3. Детекторная характеристика микросхемы MD902.

Fig. 3. MD902 MMIC transfer characteristics

Важным параметром разработанной МИС является направленность, которая характеризует соотношение уровней детектируемого напряжения при прямом и обратном включении МИС. График направленности, полученный на основе измерений, приведен на рис. 4.

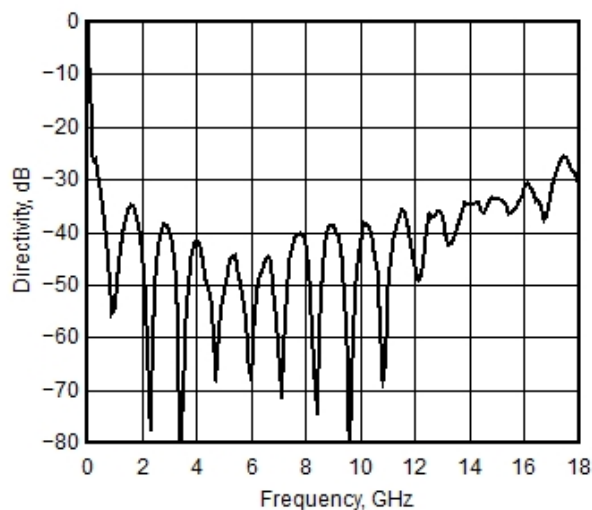


Рис. 4. Направленность микросхемы MD902.

Fig. 4. MMIC MD902 directivity

В идеальном случае при подключении источника к выходу «RF OUT», а нагрузки к «RF IN», детектируемое напряжение должно быть нулевым. На практике оно не является нулевым, что при рассогласовании МИС с нагрузкой приводит к ухудшению точности измерений, поскольку отражённая от нагрузки волна оказывает влияние на детектируемое напряжение.

Немаловажным для измерительной техники является температурная стабильность. Измерения МИС проводились в температурном диапазоне от -60°С до 60°С. Частотная характеристика микросхемы MD902 для разных температур приведены на рис.5. На разных температурах уровень АЧХ отличается, но характер не меняется. Помимо этого, характеристики свидетельствуют о работоспособности микросхемы в широком температурном диапазоне.

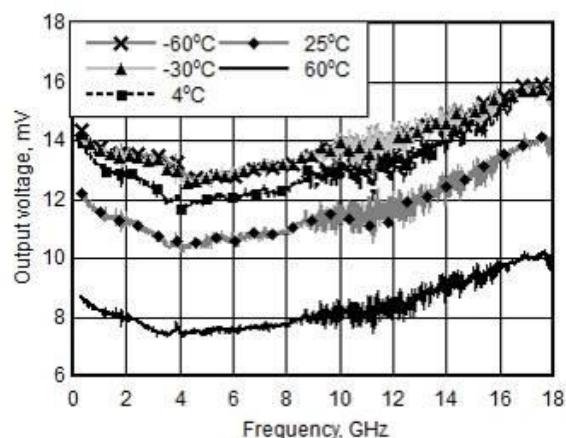


Рис. 5. АЧХ микросхемы MD902 для температур: -60°С; -30°С; 4°С; 25°С; 60°С.

Fig. 5. MD902 frequency characteristics for different temperatures: -60 °C; -30 °C; 4 °C; 25 °C; 60 °C

III. Заключение

В результате работы спроектированы и изготовлены МИС сверхширокополосных детекторов проходящей мощности СВЧ сигналов, а также измерены их основные характеристики. Микросхемы могут применяться для непрерывного контроля мощности сигналов в фидерах, для построения систем автоматической регулировки мощности. В ЗАО «НПФ «Микран» на основе указанных МИС разработаны малогабаритные коаксиальные детекторы проходящей мощности.

Работа выполнена по договору от 19.02.2013 №10/13 ЗАО "НПФ "Микран" и ТУСУР в рамках реализации постановления Правительства РФ от 09.04.2010 г. №218, договор от 25.05.2013 г. №02.G25.31.0091.

IV. References

- [1] И.В. Юнусов, А.М. Юценко, А.Ю. Плотникова, В.С. Арыков, А.С. Загородний. «Сверхвысокочастотные низкобарьерные детекторные диоды на основе р-п перехода» // Изв. вузов. Физика. – 2012. – №9/2. – С. 294 – 297.
- [2] Andrey S. Zagorodny, Aleksey V. Drozdov, Nikolay N. Voronin, Igor V. Yunusov "Modeling and Application of Microwave Detector Diodes" IEEE 14 International conference and seminar of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices (EDM), 2013: proc., Altai, Erlagol, 2013. – Novosibirsk : NSTU, 2013. – p. 96–99.
- [3] Patent US 2006/0197627 A1; Sep. 7 2006. Low-loss directional bridge / Ehlers E.R.