

ULTRAWIDEBAND POWER DETECTOR MMICs WITH 70 dB DYNAMIC RANGE

Voronin N. N.^{1,2}, Zagorodny A. S.^{1,2}, Goshin G. G.¹, Yunusov I.V.^{1,2}, 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: voronin@micran.ru

²“MICRAN”, Research & Production Company,

47, Vershinin Str., Tomsk, Tomsk reg., 634045, Russian Federation

Abstract — The results of ultrawideband power detectors development are presented. Detectors are designed as microwave monolithic integrated circuits (MMICs) produced with use of “Micran”’s GaAs zero-biased diode technology. Several detecting paths and series diode stacks are used for dynamic range expansion. MMICs provide signal detection in dynamic range of 70 dB in frequency band from 0 to 50 GHz.

МИС СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ДЕТЕКТОРОВ МОЩНОСТИ С ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ 70 ДБ

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

¹Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

ул. Ленина, 40, Томск, 634050, Россия

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

²ЗАО «НПФ «Микран», ул. Вершинина 47, Томск, Томская обл., 634045, Россия

Аннотация — Представлены результаты разработки сверхширокополосных детекторов поглощаемой мощности. Детекторы представляют собой монолитные интегральные схемы, изготовленные на основе технологии GaAs низкобарьерных диодов, разработанной в ЗАО «НПФ «Микран». Для расширения участка с квадратичным законом детектирования применены несколько ветвей детектирования, а также последовательное включение нескольких диодов. Микросхемы обеспечивают детектирование сигнала в динамическом диапазоне 70 дБ в полосе частот от 0 до 50 ГГц.

I. Введение

Развитие современных систем связи тесно связано с усложнением радиосигналов: увеличение рабочих частот, применение сложных видов модуляции, увеличение пик-фактора и пр. Это, в свою очередь, формирует требования для совершенствования измерительных приборов. Один из наиболее значимых энергетических параметров – это уровень мощности сигналов. Для его измерения и контроля могут применяться различные преобразователи: болометры, термисторы, термопары и др. В настоящее время широкое применение получили диодные детекторы, прежде всего, из-за высокого быстродействия и возможности измерения малых уровней мощности. В данной работе представлены результаты разработки монолитных интегральных схем (МИС) детекторов мощности СВЧ сигналов диапазоном рабочих частот от 0 до 50 ГГц. В ЗАО «НПФ «Микран» на основе собственной технологии арсенид галлиевых низкобарьерных диодов [1] производятся сверхширокополосные детекторы мощности MD904 и MD905. По сравнению с обычными диодными детекторами каждая МИС имеет расширенный динамический диапазон (ДД), что позволяет применять их для измерения сигналов с высоким пик-фактором. Расширение ДД выполнено с обеспечением работы диодных цепей в квадратичном участке детектирования для корректных измерений сложномодулированных сигналов.

II. Основная часть

Одним из методов расширения ДД детекторов является применение последовательного включения нескольких диодов (стеков диодов) [2]. В микросхеме MD904 (рис. 1) применен оригинальный метод, основанный на совмещении включения несимметричного

делителя мощности СВЧ сигнала и применения стеков диодов. Делитель мощности рассчитан из условия подачи сигнала на первый каскад детектирования с малым ослаблением, для второго каскада обеспечивается большее ослабление. Эквивалентное входное сопротивление делителя обеспечивает согласование МИС с подключаемым источником (волновое сопротивление 50 Ом). Перед вторым каскадом дополнительно включен аттенуатор.

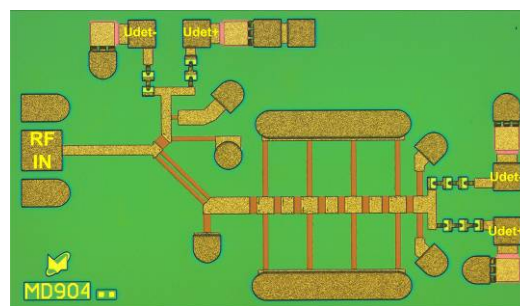


Рис. 1. Микроскопическое изображение МИС MD904.

Fig. 1. MMIC MD904 Microphoto

стеки диодов увеличивают верхнюю границу области квадратичного детектирования при небольшом смещении нижней границы. Результирующий ДД не менее 70 дБ достигается за счет разделения между ветвями: сигналы малой мощности (от минус 50 дБм до минус 12 дБм) детектируются первым каскадом, сигналы выше минус 18 дБм – вторым. Между ветвями обеспечен запас 6 дБ.

Детекторная характеристика микросхемы MD904, приведена на рис.2. Каскад детектирования малой мощности обозначен «Low power path», каскад детектирования большей мощности обозначен «High

power path». Для соединения МИС с внешними устройствами применяются разварочные проволочки или иные соединители. В топологиях обеих микросхем предусмотрена компенсация паразитных параметров подключаемых соединителей. Графики на рис. 3 представлены для МИС MD904 с разварочными проволочками длиной 80-90 мкм.

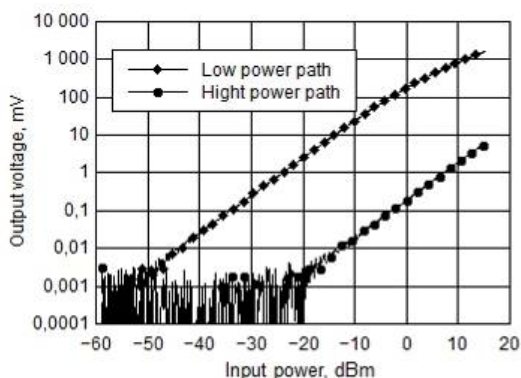


Рис. 2. Детекторная характеристика микросхемы MD904.

Fig. 2. MMIC MD904 transfer characteristic

Возвратные потери МИС MD904 не превышают уровня минус 20 дБ в полосе частот от 0 до 45 ГГц, что соответствует значению КСВН не хуже 1.2.

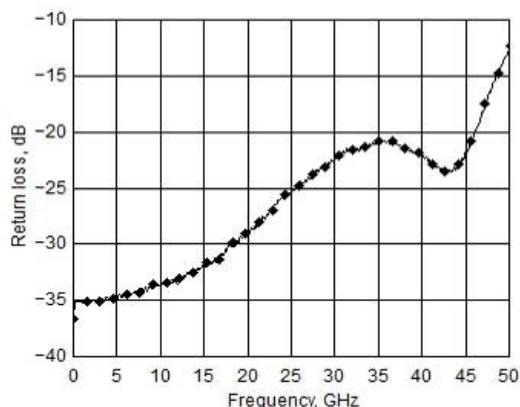


Рис. 3. Возвратные потери микросхемы MD904.

Fig. 3. MMIC MD904 return loss

В микросхеме MD905 для расширения динамического диапазона используются три ветви детектирования без применения стеков. В качестве делителей применены симметричные делители мощности с ослаблением на каждое плечо по 6 дБ. Микроскопическое изображение МИС MD905 приведено на рис. 4.

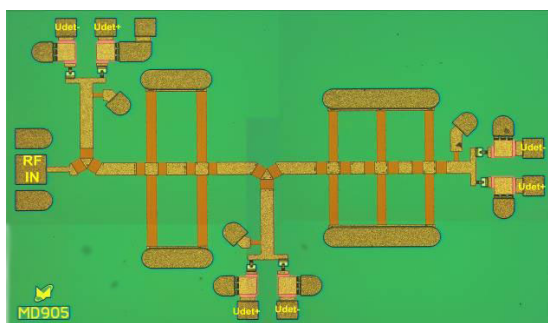


Рис. 4. Микроскопическое изображение МИС MD905.

Fig. 4. MMIC MD905 microphoto

Динамический диапазон разделяется между тремя каскадами детектирования. Возвратные потери МИС MD905 приведены на рис. 5. По аналогии с MD904, график приведен для МИС с учетом разварочных проволочек длиной 80-90 мкм. Видно, что возвратные потери не превышают уровня минус 20 дБ в полосе частот от 0 до 44,5 ГГц.

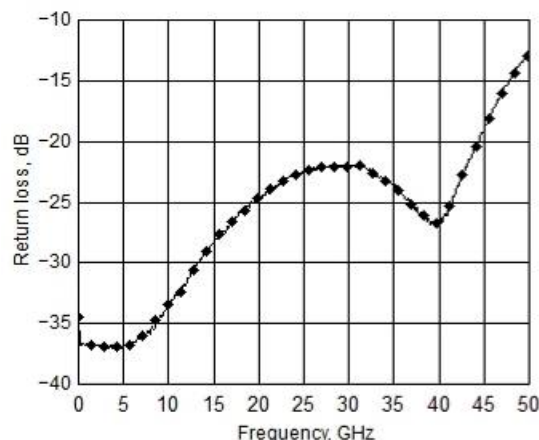


Рис. 5. Возвратные потери МИС MD905

Fig. 5. MMIC MD905 return loss

В обеих микросхемах применено анти-параллельное включение диодов, позволяющее детектировать положительные и отрицательные полу волны входного сигнала. Это улучшает чувствительность по напряжению в два раза по сравнению с обычным диодным детектором, а также расширяет ДД путем уменьшения нижней границы детектируемой мощности.

III. Заключение

Разработанные МИС сверхширокополосных детекторов поглощаемой мощности обладают широким динамическим диапазоном, обеспечивая при этом высокую линейность зависимости детектируемого напряжения от мощности входного СВЧ сигнала. Во всем рабочем диапазоне частот МИС обладают низкими возвратными потерями и могут быть успешно использованы для создания устройств СВЧ измерительной и телекоммуникационной техники.

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] Yunusov I.V., Yuschenko A.M., Plotnikova A.Yu., Arykov V.S., Zagorodny A.S. Sverhvysochastotnye nizkobar'ernye detektornye diody na osnove p-n perehoda. [Ultra-wideband zero-biased detector diodes, based on the p-n junction] Izvestiya vuzov. Fizika, 2012 No 9/2, pp 294-297.
- [2] Ehlers E.R., Faick J.C., Hogan R.J., Prabhu A.A. Patent No.: EP 1043592 B1. True average wide dynamic range microwave power sensor using diode stack attenuator. Date of Patent: Jul. 3, 2003.
- [3] Voronin N.N., Zagorodny A.S. Metod rasshireniya oblasti kvadratsionogo detektirovaniya diodnykh detektorov za schet ispol'zovaniya neskol'kih vetvey detektorov. [Diode detector quadratic detection area extension method by using several detection paths.] Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioelektroniki. 2011. No. 2-1. pp. 236-240.