

# СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ЗОНДЫ

Ладур А. А., Малютин Н. Д., Федотов Е. И.  
Научно-производственная фирма «Микран»  
г. Томск, ул. Вершинина, 47, 634034, Россия  
тел.: 8-913-865-3608, e-mail: ladur@micran.ru

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050, Россия

**Аннотация** — Разработаны СВЧ зонды для систем измерения микросхем на пластине. Особенностью конструкции является введенные нерегулярности в СВЧ тракте зонда, за счет варьирования геометрической формой неоднородностей можно значительно улучшить АЧХ устройства.

## I. Введение

СВЧ зонды являются неотъемлемой функционально-сложной частью систем измерения параметров СВЧ микросхем, обеспечивающие переход от измерительного тракта системы к микросхеме. Непрерывный переход на более высокие частоты и большую микроминиатюризацию требуют совершенствования технологий при разработке и производстве СВЧ интегральных микросхем.

Цель работы заключалась в исследовании и создании СВЧ зондов, работающих в диапазоне до 12 ГГц с минимальными потерями при передаче [1].

## II. Теоретическая часть

При создании конструкции были использованы связанные линии передачи на основе копланарных линий. В связанных линиях, содержащих неоднородное в поперечном сечении магнитное или диэлектрическое заполнение, нормальные волны имеют отличающиеся фазовые скорости  $v_i$  ( $i$  – номер нормальной моды). Степень неоднородности заполнения влияет на соотношение  $V = v_{max} / v_{min}$ , где  $v_{max}$  и  $v_{min}$  – соответственно максимальное и минимальное значение фазовых скоростей нормальных волн [2].

Для выравнивания фазовых скоростей в СВЧ тракте зонда в проводники копланарной линии введены нерегулярности путем изменения геометрической формы. Это позволило оптимизировать электрические характеристики зонда.

Модель зонда представлена на рис. 1.



Рис. 1. Модель СВЧ зонда.

Fig. 1. HF probe model

## III. Экспериментальная часть

Для получения характеристик зондов измерение параметров проводилось от порта 1 к порту 2 согласно схеме, приведенной на рис. 2.

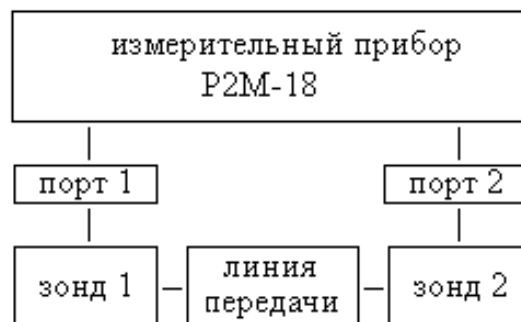


Рис. 2. Схема измерения коэффициента передачи зондов.

Fig. 2. Scheme of measurement of transfer factor

В результате измерения были получены характеристики, приведенные на рис. 3. Для качественной оценки зондов были проведены измерения по аналогичной схеме зондов производства Suss [3].

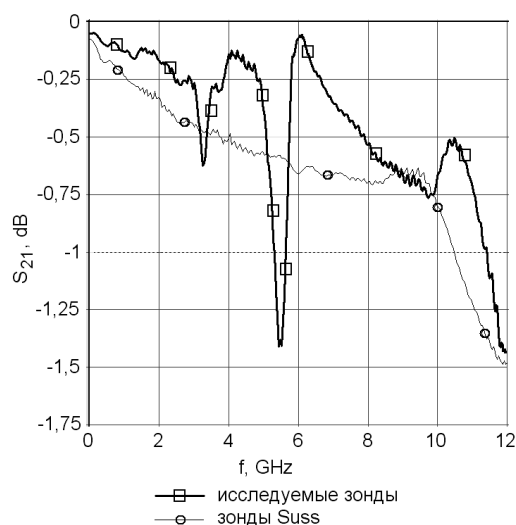


Рис. 3. Частотная зависимость модуля коэффициента передачи.

Fig. 3. Frequency dependence of transfer factor

В изготовленных зондах используется открытая копланарная линия, в результате чего можно наблюдать ухудшение характеристики зондов на частотах 3.2 и 5.5 ГГц (рис. 3). Общая же характеристика, включая резонансы на частотах 3.2 и 5.5 ГГц, лучше характеристики измеренной с использованием зондов Suss. Из этого можно сделать вывод, что вводимые нерегулярности в тракт зонда дают положительный эффект.

## IV. Заключение

Показано, что разработан сверхвысокочастотный зонд на копланарных линиях с коррекцией фазовой скорости. Достигнуты положительные результаты на

первых макетах. С учетом полученного опыта возможна модернизация конструкции зондов, улучшение характеристик и увеличение рабочего диапазона зондов.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ по гранту в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, проект П690 «Проведение поисковых научно-исследовательских работ по направлению «Микроэлектроника» в рамках мероприятия 1.2.1.

## V. Список литературы

- [1] *Расчет элементов СВЧ зонда для систем измерения микросхем на кристалле* / Ладур А. А., Морозов О. Ю. // Научная сессия ТУСУР-2009: Материалы докладов Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 12-15 мая 2009 г.: В пяти частях. – Ч.1 – Томск: В-Спектр, 2009. – 328
- [2] *Квази-Т-волны в комбинированных структурах на основе нерегулярных линий передачи с сосредоточенными неоднородностями* / Малютин Н. Д., Лощилов А. Г., Семенов Э. В. // Доклады ТУСУР 2005, 4(12), стр. 42-49.
- [3] *Novel concept for a modular millimeterwave probe tip* / Wollitzer M., Rosenberger B., Strasser W. // 2000 IEEE. Reprinted, with permission, 55rd ARFTG Conference Digest, Spring, 2000.

## MICROWAVE PROBES

Ladur A. A., Maljutin N. D., Fedotov E. I.  
*Research & Production Company "Micran"*  
47, Vershinin Str., Tomsk, 634034, Russia  
Ph.: +7 (913) 8653608, e-mail: ladur@micran.ru  
*Tomsk State University of  
Control Systems and Radioelectronics*  
40, Lenin Str., Tomsk, 634050, Russia

*Abstract* — The microwave probes are developed for measurement systems of microcircuits on a wafer. The irregularities have been inserted into a tract of a probe to improve device characteristics.

## I. Introduction

Microwave probes are functionally-difficult part of measurement systems on a wafer. Probes create transition from the measuring tract to the microcircuit. The aim of the research is to create such probes which will operate in the range of frequencies up to 12 GHz and provide the minimum losses.

## II. Theoretical Part

The coplanar lines have been used in the structure of the probe. Normal waves have different phase speed in the coupled lines with non-uniform magnetic and dielectric fillings in the cross-section. The degree of heterogeneity influences a ratio of maximum and minimum phase speed. The irregularity is inserted into the line for alignment of phase speed. If the geometrical form of the irregularity changes it becomes possible to get better characteristics.

The model of the probe is shown on fig. 1.

## III. Experimental Part

Probes have been measured from port 1 to 2 according to the scheme on fig. 2. The measured characteristics are shown on fig. 3. The Suss Probes are measured according to the scheme on fig. 2 in order to determine Q-factor of the produced probes.

The open coplanar line is used in the probe therefore it is possible to observe deterioration of characteristics on frequencies 3.2 and 5.5 GHz. But general characteristic are better than Suss characteristics therefore it is possible to draw out the conclusion that irregularities in the path give the positive effect.

## III. Conclusion

It is shown that HF probe on the coplanar lines with the correction of phase speed has been developed. Positive results on the first breadboard models have been achieved. They are the basis for increasing of the frequency range and modernization of the construction.

The research was supported by Ministry of Education and Science of Russian Federation under the grant of program «The Scientific and pedagogical staff of innovative Russia» on 2009 - 2013, project П690 «Carrying out of the research in the field of "Microelectronics" within the limits of action 1.2.1.