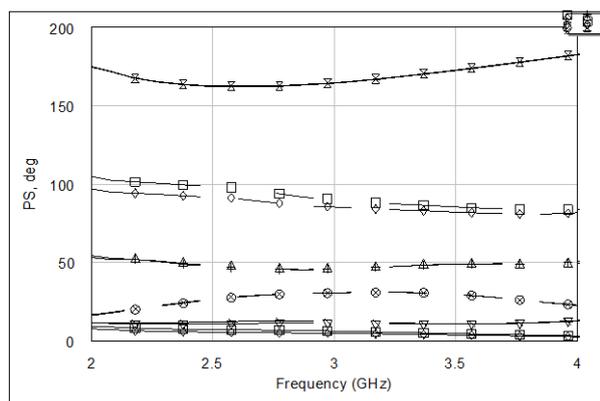


МИС фазовращателя на р-і-п диодах в корпусах для поверхностного монтажа

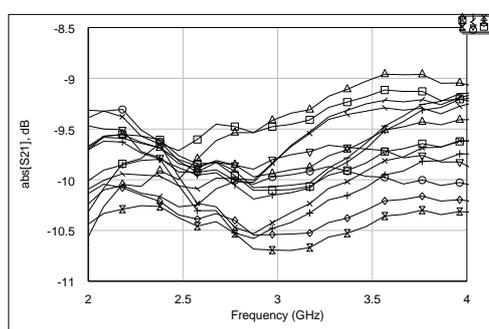
В статье представлена серия МИС шестирядных фазовращателей на р-і-п диодах для диапазона частот 2-12 ГГц с потерями 10 дБ.

В ОАО «Светлана» развивается направление разработки электронной компонентной базы СВЧ на арсениде галлия и создания устройств на ее основе. Осенью 2011 года был дан старт опытной конструкторской работе, основной целью которой является освоение технологии и создание параметрического ряда МИС шестирядных фазовращателей с повышенной электрической прочностью. МИС должны быть установлены в металлокерамические корпуса, что позволит осуществлять поверхностный монтаж фазовращателей на печатную плату.

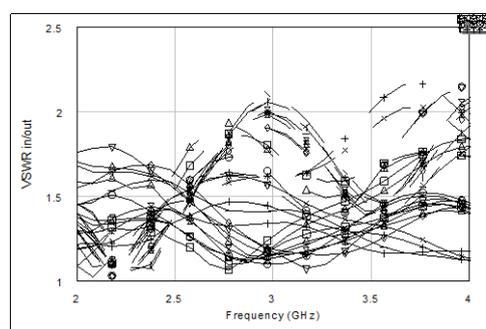
Работа включает две части: схемотехническое проектирование МИС фазовращателей и изготовление опытных образцов; проектирование корпуса и его изготовление. На этапе технического проекта в качестве ключевых элементов в рядах фазовращателей был обоснован выбор р-і-п диодов – это позволяет достичь гораздо более высокого выхода годных кристаллов, чем на полевых транзисторах. На первой стадии проектирования МИС была разработана библиотека элементов для МИС фазовращателей – изготовлены тестовые элементы (индуктивности, конденсаторы, р-і-п диоды) и измерены их S-параметры для того, чтобы в последующем произвести экстракцию параметров эквивалентных схем. В результате были созданы масштабируемые модели библиотеки элементов, которые позволили провести схемотехническое проектирование МИС фазовращателей четырех литер: 2 – 4 ГГц, 4 – 6 ГГц, 6 – 8 ГГц и 8 – 12 ГГц. На второй стадии работы были изготовлены опытные образцы МИС фазовращателей всех частотных литер и проведены измерения их электрических параметров на пластине с помощью полуавтоматического зонда. В качестве примера на рисунке 1 приведены частотные характеристики фазового сдвига, потерь и КСВН в основных фазовых состояниях для двух кристаллов фазовращателей, работающих в диапазоне 2 – 4 ГГц.



а)



б)



в)

Рисунок 1. Частотные характеристики МИС фазовращателя:
а) фазовый сдвиг, б) потери, в) КСВН входа/выхода

Анализ результатов показал, что экспериментальные характеристики МИС фазовращателей хорошо соответствуют расчету. В двух фазовых состояниях – $11,25^\circ$ и $22,5^\circ$ имеются отклонения от расчета, превышающие допуск в точности установки фазового сдвига по ТЗ, поэтому было принято решение об уточнении топологии этих двух разрядов фазовращателей с помощью более точного электромагнитного анализа. Эти расчеты производятся в настоящее время. По их завершению будут изготовлены МИС фазовращателей с откорректированной топологией.

Не менее сложной задачей является проектирование металлокерамического корпуса. В ОАО «Светлана» отсутствует технология изготовления многослойных керамических корпусов. В процессе выполнения работы нами были изучены литературные данные зарубежных изготовителей, поскольку в России такие корпуса не производятся. В качестве прототипа был выбран корпус фирмы Куосега, Япония. Разработанная конструкция (рисунок 2) была изготовлена в ОАО «НПП» Старт», г. В.Новгород.

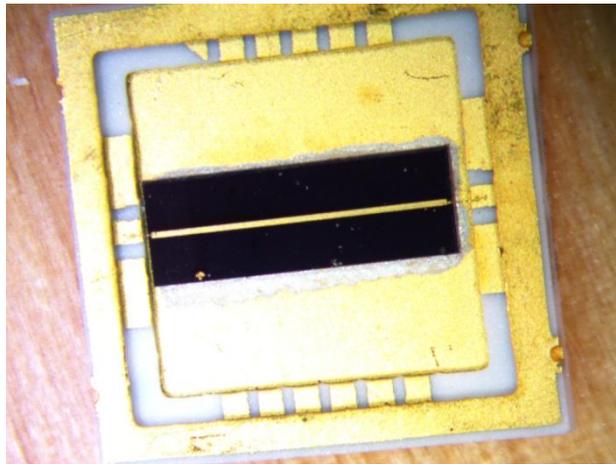


Рисунок 2. Металлокерамический корпус с МПЛ.

С целью определения S-параметров корпуса в него был установлен кристалл полуизолирующего арсенида галлия с МПЛ и проведены СВЧ измерения на ручном зонде. Полученные частотные характеристики КСВН входа/выхода и суммарных потерь представлены на рисунке 3. Наблюдаемые на характеристиках резонансы связаны с электрической длиной отрезка МПЛ. В целом, корпус пригоден для диапазона частот до 12 ГГц.

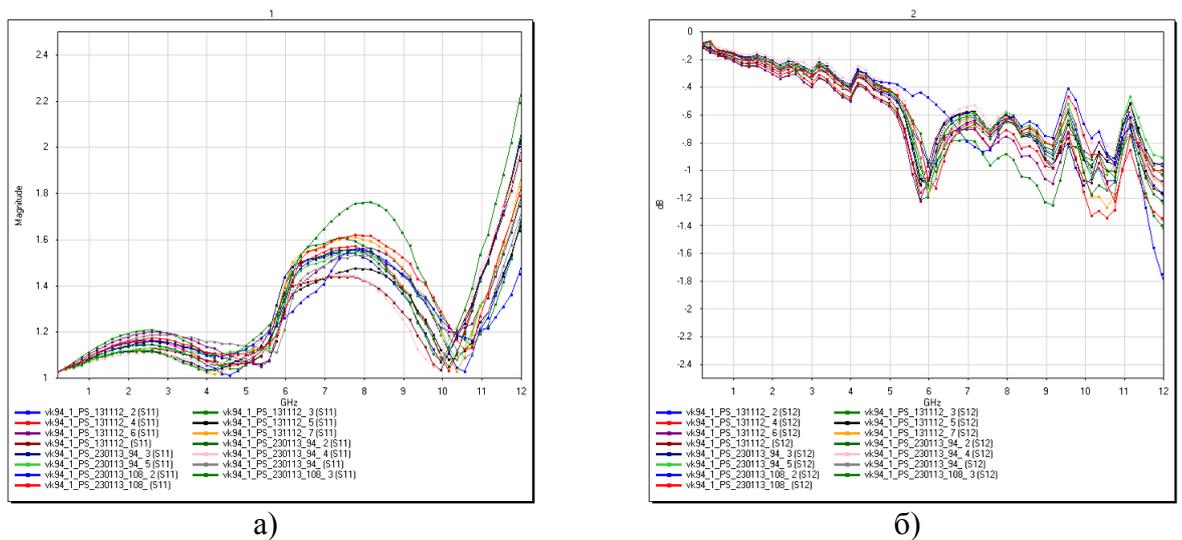


Рисунок 3. Частотные характеристики корпуса с МПЛ.
а) КСВН входа/выхода, б) потери

В результате выполнения работ были достигнуты следующие результаты: спроектированы и изготовлены 4 литеры МИС фазовращателя (2-4 ГГц, 4-6 ГГц, 6-8 ГГц, 8-12 ГГц), проведены измерения их электрических параметров, спроектирован и изготовлен металлокерамический корпус, пригодный для установки в него этих литер. Дальнейшие работы будут направлены на улучшение параметров МИС фазовращателей.