

Сверхширокополосные интегральные усилители мощности в корпусах поверхностного монтажа

Маркинов Е.Г., Радченко А.В.

АО «Микроволновые системы»

*г. Москва, 105120, Российская Федерация, ул. Нижняя Сыромятническая, 11
meg@mwsystems.ru, ar@mwsystems.ru*

Аннотация: *Рассматриваются конструкции разработанных металлокерамических микрокорпусов, возможных изделий, изготовленных на их основе. Показана конструкция сверхширокополосного интегрального усилителя мощности в корпусе поверхностного монтажа, а также рассмотрена конструкция контактного устройства для измерения электрических параметров модулей в корпусах поверхностного монтажа.*

Ключевые слова: сверхвысокие частоты, металлокерамические корпуса, интегральные усилители мощности.

1. Введение

Одной из актуальных задач современной СВЧ техники является поиск технических решений по миниатюризации и снижению себестоимости разрабатываемых приборов. В АО «Микроволновые системы» для освоения этого направления в 2013-2016 гг. конструкторами предприятия совместно со специалистами компании Kyocera Corporation (Япония) был разработан и освоен в производстве по технологии НТСС (High Temperature Co-fired Ceramic) литерный ряд герметичных металлокерамических корпусов фланцевого типа и многовыводных корпусов для поверхностного монтажа на печатную плату. Также была отработана технология сборки, настройки и герметизации модулей, выполненных на их основе.

2. Конструкции металлокерамических микрокорпусов и модулей

В зависимости от назначения, сложности и тепловыделения модули могут выполняться в корпусах для поверхностного монтажа на печатную плату (рис. 1а), либо в корпусах фланцевого типа (рис. 1б).

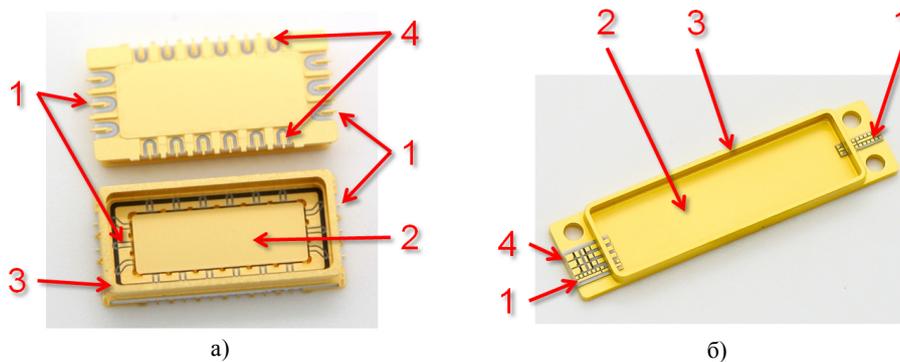


Рис 1. Конструкции металлокерамических микрокорпусов

Оба типа корпусов имеют вводы/выводы СВЧ сигнала (1), теплоотводящее основание из сплава медь-вольфрам (2), обечайку из ковары (3) и низкочастотные вводы/выводы (4) для подачи питания и сигналов управления. Микрокорпуса имеют герметичность не хуже $1,0 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3 \cdot \text{Па} / \text{с}$ и могут герметизироваться различными способами.

На рис. 2 показаны четыре типа разработанных микрокорпусов с их габаритными и присоединительными размерами. Ширина корпусов составляет от 8,2 мм до 10,8 мм, длина от 14 до 34 мм. Высота корпусов с крышкой не более 3 мм.

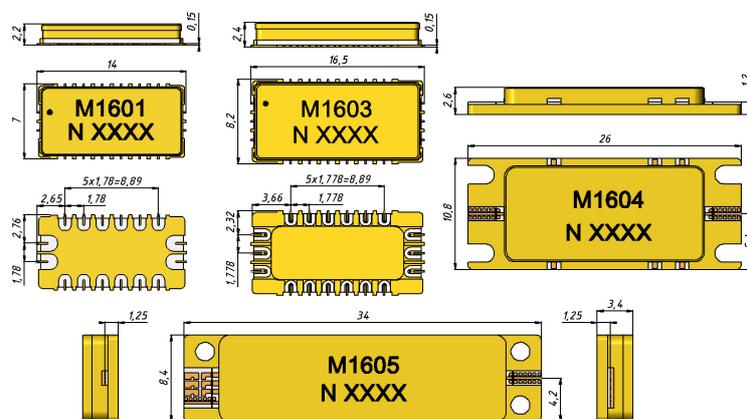


Рис. 2. Габаритные и присоединительные размеры разработанных микрокорпусов

На основе этих корпусов может быть изготовлен целый ряд различных СВЧ приборов. В многовыводных корпусах поверхностного монтажа (M1601 и M1603) возможно изготовление: маломощных усилителей, усилителей средней мощности, аттенуаторов, фазовращателей, сме-

сителей, детекторов и др. В корпусах фланцевого типа (М1604) могут выполняться выходные одно- и многокаскадные арсенид-галлиевые и нитрид-галлиевые усилители с выходной мощностью до 20 Вт, в том числе с детектором огибающей, а в корпусе типа М1605 - многокаскадные тракты приемных и передающих устройств с выходной мощностью до 2 Вт.

Рабочий диапазон корпусов фланцевого типа - от 0 до 20 ГГц, а корпусов поверхностного монтажа - вплоть до 26,5 ГГц.

3. Конструкция сверхширокополосного интегрального усилителя мощности диапазона 3,5 – 13 ГГц

Одним из устройств, созданных на базе микрокорпуса для поверхностного монтажа типа М1603, является интегральный усилитель мощности диапазона 3,5 - 13 ГГц с выходной мощностью 1,5 Вт. Фотография усилителя показана на рис. 3а.

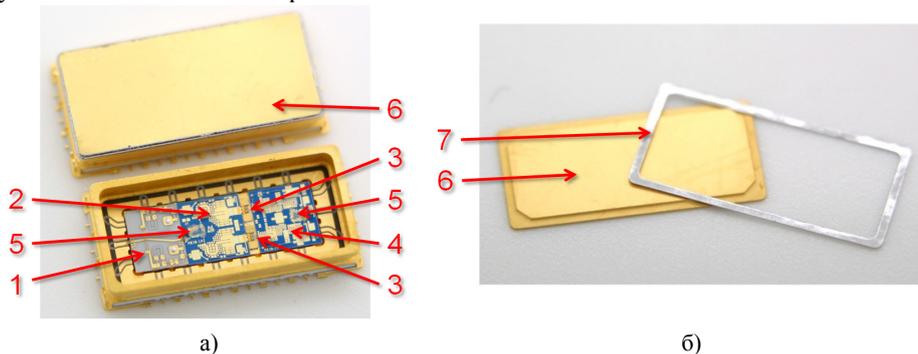


Рис. 3. Интегральный усилитель мощности диапазона 3,5 - 13 ГГц с выходной мощностью 1,5 Вт (а) и экранирующая крышка (б)

Усилитель построен на основе гибридно-монокристаллической технологии, описанной в [1], по балансной схеме с согласующими цепями на основе полупроводникового арсенида галлия толщиной 100 мкм (2, 4) и компактными квадратурными мостами (5) с размерами 1,04*0,74 мм. В качестве активных элементов используются рНЕМТ-транзисторы с шириной затвора 1200 мкм (3). На входе усилителя установлена поликорровая плата (1) толщиной 0,127 мм с цепями задания режима транзисторов. Усилитель герметизируется при помощи экранирующей крышки (6) и специальной преформы (7) припоя, повторяющей контур обечайки корпуса (см. рис 3б). Оплавление происходит в вакуумной печи с разреженным азотом при температуре 300 °С и затем герметизированный модуль можно устанавливать на печатную плату с использованием припоя типа Sn62.

На рис. 4 показаны частотные характеристики выходной мощности и КПД разработанного усилителя.

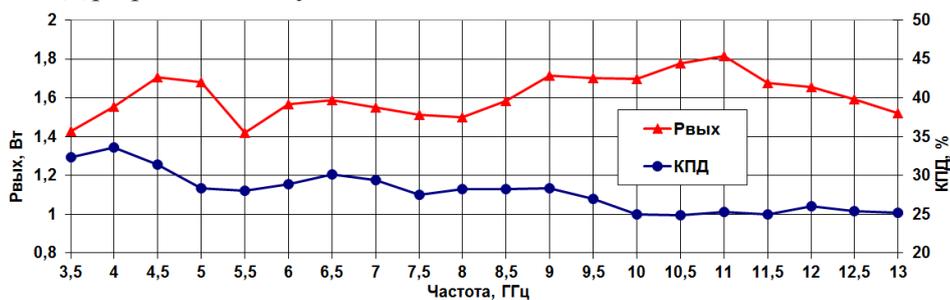


Рис. 4. Типовые частотные характеристики выходной мощности и КПД усилителя

Пример установки изготовленного интегрального усилителя мощности на печатную плату многоканального усилителя показан на рис. 5а. На рис. 5б приведено изображение фрагмента печатной платы, полученное при помощи тепловизора, с указанием температур корпуса интегрального усилителя, находящегося во включенном состоянии, и печатной платы, установленной в металлический корпус. Перегрев корпуса усилителя при рассеиваемой мощности порядка 3,5 Вт относительно печатной платы, установленной в металлический корпус, составил не более 5 °С.

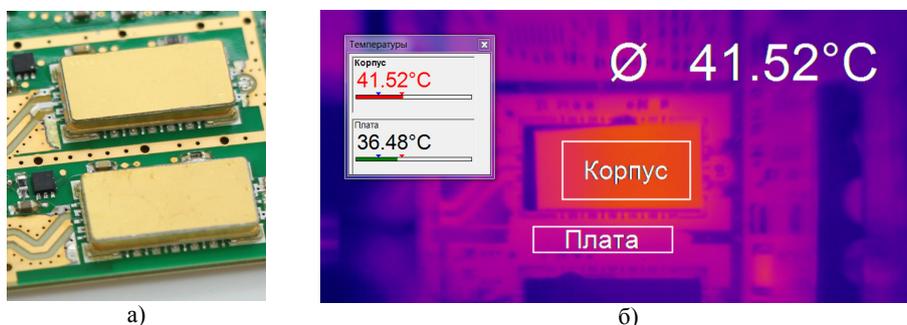


Рис. 5. Пример установки интегрального усилителя на печатную плату (а) и изображение, полученное при помощи тепловизора (б)

Для тестирования изделий в металлокерамических корпусах фланцевого типа используются СВЧ контактные устройства с прижимным контактом центрального проводника подводящих коаксиальных линий, а для корпусов поверхностного монтажа такой тип подключения не подходит. Поэтому для них было разработано специальное контактное устройство с использованием пружинных микроконтактов (см. рис 6).

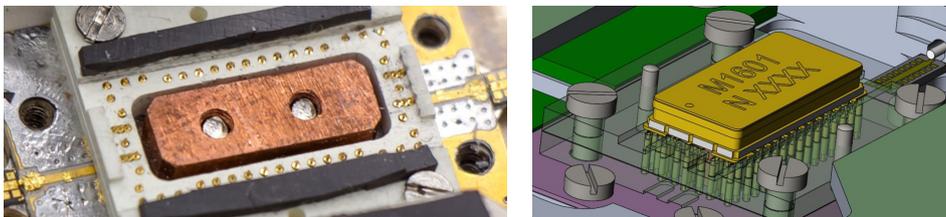


Рис. 6. Конструкция контактного устройства для корпусов поверхностного монтажа (фотография - слева и трехмерная модель конструкции - справа)

Результаты измерений тестовых корпусов с СВЧ вводами, нагруженными на высокочастотные согласованные нагрузки, показали, что разработанное контактное устройство способно работать вплоть до 18 ГГц. Измеренный КСВН составил не более 1,5.

С помощью описанного контактного устройства проводится полный цикл измерений электрических параметров изделий, в том числе в режиме большого сигнала.

4. Заключение

В работе показаны конструкции четырех типов металлокерамических корпусов, как фланцевого типа, так и поверхностного монтажа, изготовленных по технологии НТСС и имеющих низкий КСВН СВЧ вводов/выводов ($\text{КСВН} < 1,2$) в диапазоне частот от 0 до 26,5 ГГц, которые могут применяться для создания широкого ряда функциональных СВЧ устройств.

Разработан усилительный модуль поверхностного монтажа в корпусе типа M1603 с перекрытием по частоте более 3:1 в диапазоне частот от 3,5 до 13 ГГц с выходной мощностью 1,5 Вт. Показан вариант установки модуля на печатную плату и оценка температурного перегрева относительно платы, установленной в металлический корпус. Рассмотрена конструкция контактного устройства с возможностью измерений параметров модуля без использования пайки.

Список литературы

[1] Кишинский А.А., Радченко А.В. Квазимонолитный транзисторный усилитель диапазона 8...18 ГГц с выходной мощностью 2 Вт. Материалы 19-й Международной Крымской конференции "СВЧ техника и телекоммуникационные технологии", 2009 г, том 1, стр.53-54.