

ВЧ- И СВЧ-ПРИБОРЫ КОМПАНИИ MINI-CIRCUITS



М.Гудин

Компания Mini-Circuits Laboratory была основана в 1961 году с целью производства ВЧ- и СВЧ-приборов, находящих широкое применение в различных телекоммуникационных системах гражданского и военного назначения. Уникальная надежность, относительно невысокая стоимость и удобство их эксплуатации, а также удачная торговая стратегия позволили компании успешно наращивать объемы производства и постоянно обновлять модельный ряд. Несомненный интерес представляют такие популярные новинки компании Mini-Circuits, как монокристаллические интегрированные СВЧ-усилители и двойные балансные смесители на основе LTCC-технологии (технология низкотемпературной керамики).

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МОНОЛИТНЫЕ УСИЛИТЕЛИ ГРУППЫ VNA

Предлагаемые компанией монокристаллические ВЧ-усилители работают от источников питания постоянного тока. Как правило, ВЧ-усилители требуют применения источника напряжения, ВЧ-дросселя и резистора. На их выходе и входе включены дополнительные разделительные конденсаторы (рис. 1). Все эти внешние элементы съедают пространство, увеличивают стоимость и число компонентов модуля. В такой схеме для подвода питания используется выходной вывод усилителя. Чтобы предотвратить снижение коэффициента усиления и выходной мощности, суммарное реактивное сопротивление $R1$ и L должно быть не меньше 500 Ом, а резонансная частота дросселя – больше рабочей частоты.

Новый созданный Mini-Circuits монокристаллический усилитель группы VNA имеет независимые терминалы для подвода напряжения питания и частоты (рис. 2). Подобные усилители предназначены в основном для работы с источниками напряжения и фактически не обременены внешними компонентами. Исключение представляет разделительный конденсатор $C1$, емкость которого может составлять 100 пФ–0,1 мФ (конденсатор максимальной емкости обеспечивает некоторую фильтрацию шумов источника напряжения). Та-

кие усилители монтируются в 8-выводные корпуса для поверхностного монтажа (рис. 3).

Высокие значения коэффициента развязки усилителей группы VNA (табл. 1) позволяют их использовать в качестве активных изоляторов. Важная особенность усилителей – возможность работы с источниками питания на напряжение 2,8–5 В, что допускает применение для этих целей аккумуляторов.

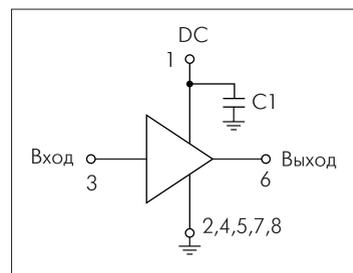


Рис. 2. Цепь питания ВЧ-усилителя группы VNA

ДВОЙНЫЕ БАЛАНСНЫЕ СМЕСИТЕЛИ ГРУППЫ MSA1

Для частот, не превышающих 5 ГГц, двойные балансные смесители могут быть реализованы на ферритной основе, что делает их достаточно компактными и надежными. На более высоких частотах в качестве основы смесителя используют полупроводник. Интерес представляют дешевые и малогабаритные двойные балансные смесители, изготавливаемые по технологии Blue CellTM LTCC. Эта технология позволяет создавать многоуровневую цепь на основе лент керамического субстрата.

Проводящие, диэлектрические и резистивные пасты наносятся на керамические пластины, которые затем запекают в специальной печи при температуре 850°C в единый многослойный герметичный и монокристаллический "пирог". Типичная



Рис. 3. Внешний вид усилителя группы VNA

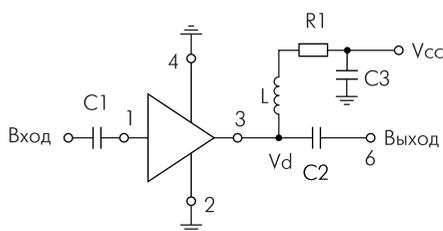


Рис. 1. Цепь питания большинства монокристаллических ВЧ-усилителей

Таблица 1. Характеристики усилителей группы VNA

Модель	Частотный диапазон, ГГц	Коэффициент усиления, дБ	IP3, дБм	Потребляемый ток, мА	Тепловое сопротивление, °C/Вт	Коэффициент развязки, дБ
VNA-21	0,5–2,5	12	18	33	105	34
VNA-22	0,5–2,5	13	27	80	102	30
VNA-23	0,5–2,5	18	20	32	110	33
VNA-25	0,5–2,5	16	27	85	125	40
VNA-29	0,5–2,6	20	19	35	125	40

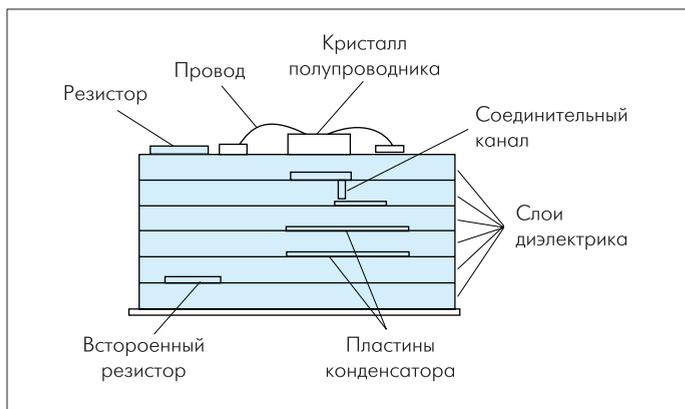


Рис.4. Типичная Blue Cell LTCC-структура

Blue Cell LTCC-структура состоит из нескольких диэлектрических слоев, проводников, встроенных резисторов и конденсаторов, а также соединительных каналов (рис.4).

Таблица 2. Характеристика смесителей группы MCA1

Модуль	Частотный диапазон, МГц		Средние потери преобразования, дБ	Коэффициент развязки, дБ	
	РЧ, ВЧ	ПЧ		РЧ-ВЧ	РЧ-ПЧ
MCA1-24	3000–2400	DC–700	6,1	40	25
MCA1-24LN	3000–2400	DC–700	6,5	40	11
MCA1-24MH	1000–4200	DC–700	6,1	40	25
MCA1-42	1000–4200	DC–150	6,1	35	20
MCA1-42LN	1000–4200	DC–1500	6,0	–	–
MCA1-42MH	1600–4200	DC–1500	6,2	35	20
MCA1-60	1600–4400	DC–2000	6,3	32	17
	4400–6000	DC–2001	6,2	23	18
MCA1-60LN	1700–4400	DC–2002	6,6	35	17
	4400–6000	DC–2003	6,0	27	21
MCA1-60MH	1600–4400	DC–2004	6,9	32	17
	4400–6600	DC–2005	6,0	22	15

Высокая степень интеграции элементов подобной структуры позволяет реализовывать устройство в корпусе для поверхностного монтажа высотой 0,065" (1,6 мм), длиной 0,3" (7,6 мм) и шириной 0,25" (6,3 мм) (рис.5). Температурная устойчивость керамических материалов, используемых в Blue Cell™ LTCC-технологии, значительно упрощает решение проблемы температурного равновесия. Рабочий диапазон температур смесителей этого типа – от -55 до +100°C, что позволяет использовать их как в гражданских, так и в военных устройствах. Технические характеристики данной группы смесителей представлены в табл.2.

Помимо интегрированных монолитных усилителей группы VNA и двойных балансных смесителей компания Mini-Circuits выпускает весьма широкий спектр продукции, в том числе:

- усилители (как монолитные, так и гибридные) на частоту до 10 ГГц с питанием от 3 до 28 В;
- аттенюаторы на 50 и 75 Ом (двухфазные, цифровые, фиксированные);
- переключатели на различное число направлений (на GaAs-структурах и ТТЛ-управляемые);
- сумматоры и разветвители различной мощности с развязкой до 50 дБ;
- смесители для диапазонов от 10 МГц до 10 ГГц;
- пассивные фильтры (низкочастотные, полосовые, высокочастотные) на 50 и 75 Ом, 0–2,2 ГГц;
- генераторы, управляемые напряжением (монолитные, малошумящие);
- удвоители частоты на диапазон 5 кГц–3 ГГц;
- ограничители сигнала на диапазон 10 кГц–900 МГц;
- трансформаторы сопротивлений до 1,5 ГГц;
- модуляторы-демодуляторы, фазовые детекторы и многое другое.

Обзор продукции компании Mini-Circuits Laboratory будет продолжен в следующих номерах журнала.

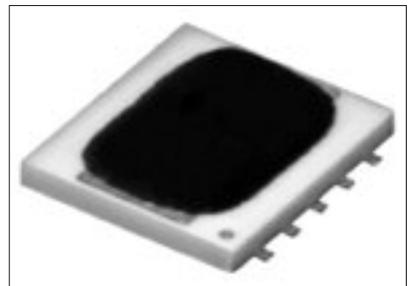


Рис.5. Внешний вид смесителей группы MCA1