

1) Оптимальное деление конструкции СЧ на функционально и конструктивно законченные узлы и блоки производится по критерию обеспечения наилучшей электромагнитной совместимости при минимальном количестве связей между ними.

2) Первичные генерирующие устройства (ЗГ, эталонный кварцевый генератор и т. п.) компонуются в отдельный блок с соответствующей виброакустозащитой.

3) Функциональные блоки СЧ компонуются в его конструкции так, чтобы более чувствительные к вибрации и акустическому шуму блоки располагались ближе к геометрическому центру СЧ и экранировались от внешней среды менее чувствительными блоками. При этом блоки с большим тепловыделением располагаются ближе к внешней поверхности СЧ.

4) Следует избегать непосредственного соприкосновения блоков между собой. Соприкасающиеся поверхности желательно переложить теплопроводящей резиной для гашения механических вибраций и акустических колебаний.

5) Всю конструкцию синтезатора рекомендуется поместить в акустический экран так, чтобы на его поверхность выходили только выходные СВЧ-разъемы. Блок питания и управления как наиболее тепло выделяющий и наименее чувствительный к вибрации может быть частью внешнего акустического экрана.



Рис. 3. Пример конструкции СЧ

Пример конструкции СЧ, разработанного в соответствии с изложенными принципами, представлен на рис. 3.

Учитывая сложность и ответственность СЧ для современной РЛС, первоочередное значение имеет обеспечение его высокой эксплуатационной надежности, которая достигается главным образом выбором элементной базы, соответствующих материалов и технологий.

Выбор элементной базы производится по критерию эффективности и надежности. При этом предпочтение отдается биполярным и полевым транзисторам с возможно большим усилением, низким уровнем шумов и повышенной надежностью.

В качестве материала для СВЧ-плат целесообразно применять гибкие фольгированные органические диэлектрики (дюрориды). Их применение значительно упрощает и удешевляет технологию изготовления СВЧ-плат, обеспечивая в то же время их высокое качество и надежность.

Использование корпусированных активных элементов вплоть до частот 18 ГГц, защищенных чип-резисторов и золоченых СВЧ печатных плат обеспечивает высокую эксплуатационную надежность узлов и блоков.

Изложенные соображения, касающиеся принципов создания синтезаторов частоты для современных РЛС, являются результатом более чем 20-летней работы специалистов НИИ «Орион» в данной области. В период с 1986 по 2006 гг. была разработана гамма высококлассных СЧ для современных отечественных и зарубежных бортовых РЛС. Достигнутые высокие технические и эксплуатационные характеристики подтверждают правильность принимаемых решений.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Семенов Э. А., Мичурин Э. В., Посадский В. Н. Основные принципы модульного построения и результаты разработок СВЧ-синтезаторов для радиолокационных систем // Радиотехника.— 2002.— № 2.— С. 75—80.
2. Browne J. Speedy synthesizers cut spurious levels and signal delays // Microwaves & RF.— 1992.— N 10.— P. 110—115.
3. Browne J. Synthesizers add phase coherency to their arsenal // Ibid.— 1995.— N 6.— P. 140—147.
4. Царапкин Д. П. Применения диэлектрических резонаторов с волнами типа «шепчущей галереи» для стабилизации частоты автогенераторов сверхвысоких частот // Радиотехника.— 2002.— № 2.— С. 28—35.

НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ

Климачев И. И., Новдальский В. А. Основы технологии и конструирования ГИС СВЧ-диапазона.— М.: Техносфера, 2006.— 352 с.

Монография основана на современных представлениях о технологии изготовления и конструкторско-технологическом проектировании гибридных интегральных схем (ГИС) и микросборок (МСБ) СВЧ-диапазона. В книге изложены перспективные конструкторско-технологические решения, позволяющие по сравнению с традиционными улучшить электрические, тепловые, надежность и массогабаритные характеристики ГИС и МСБ СВЧ-диапазона и модулей на их основе. Она базируется на практических и теоретических результатах, полученных авторами в результате многолетней работы в данном направлении.

Книга предназначена для специалистов, занимающихся разработкой модулей на основе ГИС и МСБ СВЧ-диапазона, а также специалистов-технологов серийного производства. Она также полезна для аспирантов и студентов высших и средних учебных заведений электронных и радиотехнических специальностей.



вания. Полоса частот фазовращателя ограничивается снизу и сверху провалами за счет последовательных резонансов закрытого выхода переключателя (см. рис. 3). В пределах полосы 8—11 ГГц вносимые потери в двух состояниях не превышают 1,5 дБ.

На рис. 6 представлены фазочастотные характеристики для двух состояний фазовращателя. Из рисунка видно, что благодаря выравниванию наклонов ФЧХ каналов стабильность дискрета фазы в полосе частот 8—11 ГГц обеспечивается на уровне $\pm 2^\circ$.

На рис. 7 приведен общий вид топологии фазовращателя. Цепи подачи управляющего сигнала замыкаются на массу через высокоомные четвертьволновые закороченные шлейфы, присоединенные к разветвлениям линий. Габариты устройства не превышают 7×20 мм.

Заключение

Рассмотренные в работе подходы позволяют в процессе расчета фазовращателей:

- выбирать коммутирующие элементы и схемы их соединения исходя из расчета предельных значений потерь и развязки переключателя;
- определять электрические параметры трансформирующих четырехполюсников в составе переключателя, а также значения резонансных частот его выходов, ограничивающие широкополосность фазовращателя;
- выбирать вариант реализации каналов фазовой задержки, определять и корректировать наклон их ФЧХ с целью стабилизации дискрета фазы в рабочей полосе частот.

Возможность и целесообразность применения описанных подходов подтверждаются примером проектирования дискретного фазовращателя с переключаемыми ВТСП-пленками каналами.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Хижа Г. С., Вендик И. Б., Серебрякова Е. А. СВЧ фазовращатели и переключатели: особенности создания на $p-i-n$ -диодах в интегральном исполнении. — М.: Радио и связь, 1984.
- Капитонова П. В., Серебрякова Е. В., Холодняк Д. В., Вендик И. Б. Микроэлектронные СВЧ-устройства на основе искусственных линий передачи с отрицательной дисперсией / Мат-лы 16-й Междунар. Крымской конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2006).— Севастополь.— 2006.— С. 610—612.
- Campbell C. F., Brown S. A. A compact 5-bit phase-shifter MMIC for K-band satellite communication systems // IEEE Trans. Microwave Theory Tech.— 2000.— Vol. 48, N 12.— P. 2652—2656.

- Tan G.-L., Mihailovich R. E., Hacker J. B. et al. Low-loss 2-and 4-bit TTD MEMS phase shifters based on SP4T switches // Ibid.— 2003.— Vol. 51, N 1.— P. 297—304.
- Hacker J. B., Mihailovich R. E., Kim M., DeNatale J. F. A K-band 3-bit RF MEMS true-time-delay network // Ibid.— 2003.— Vol. 51, N 1.— P. 305—308.
- Вайсблат А. В. Коммутационные устройства СВЧ на полупроводниковых диодах.— М.: Радио и связь, 1987.
- Балыко А. К., Богданов Ю. М., Васильев В. И. и др. Проектирование монолитного двухканального переключателя СВЧ // Радиотехника.— 2004.— № 2.— С. 40—46.
- Петров А. С. Предельные соотношения для твердотельных многоканальных переключателей лучевого типа // Радиотехника и электроника.— 1997.— Т. 42, № 5.— С. 553—558.
- Оборжицкий В. И. Реалізація комп'ютерного проектування дискретних НВЧ фазообертачів з комутуючими МЕМС елементами в інтегральному виконанні // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка».— 2005.— № 522.— С. 90—97.
- Vendik I., Vendik O., Kollberg E. Commutation quality factor of two-state switching devices // IEEE Trans. Microwave Theory Tech.— 2000.— Vol. 48, N 5.— P. 802—808.
- Сазонов Д. М., Гридин А. Н., Мишустин Б. А. Устройства СВЧ.— М.: Высшая школа, 1981.
- Оборжицкий В. Особенности синтезу электрических параметров багатоканальних НВЧ перемикачів // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка».— 2004.— № 508.— С. 207—215.
- Оборжицкий В. И. Синтез параметров СВЧ переключателей методом трансформации импеданса с компенсацией влияния неоднородности разветвления / Мат-лы 14-й Междунар. Крымской конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2004).— Севастополь.— 2004.— С. 439—440.
- Оборжицкий В. И., Самсонок О. В. Метод синтеза фиксированных фазовращателей на базе нагруженного отрезка связанных линий передачи / Мат-лы 15-й Междунар. Крымской конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2005).— Севастополь.— 2005.— С. 533—534.
- Оборжицкий В. И. Метод расчета электрических параметров трансформирующих устройств на базе отрезка связанных линий с диагонально-симметричными нагрузками / Мат-лы 16-й Междунар. Крымской конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2006).— Севастополь.— 2006.— С. 531—532.
- Оборжицкий В. И., Гонтар В. Д. Проектирование дискретных СВЧ фазовращателей на переключаемых ВТСП-пленками линиях / Тр. науч.- практич. конф. «СИЭТ-2006». Т. II.— Одесса.— 2006.— С. 72.
- Vendik I. B., Vendik O. G., Kollberg E. G., Sherman V. O. Theory of digital phase shifters based on high- T_c superconducting films // IEEE Trans. Microwave Theory Tech.— 1999.— Vol. 47, N 10.— P. 1553—1562.

НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ



К. Б. Джурунский. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ.— М.: Техносфера, 2006.— 216 с.

В книге впервые систематизированы и обобщены данные по отечественным и зарубежным радиокомпонентам для современной микроэлектроники СВЧ. На основе обширного фактического материала автор рассмотрел конструкцию и основные параметры современных отечественных и зарубежных радиокомпонентов: коаксиально-микроразветвляющих переходов, кабельных соединителей, адаптеров, высокочастотных и низкочастотных вводов, изоляционных стоек, фильтров помех.

ров. Изменение сопротивления фоторезистора ФР1 обрабатывается в блоке 8, выходной сигнал которого поступает на индикаторное устройство 9. Если исследуемый и эталонный образцы поместить в прорези разных датчиков, то индикатор покажет соответствующее отклонение электропроводности.

При изготовлении устройства использовались дискретные полупроводниковые приборы, микросхемы серий 155 и 140, а также герконовые реле. Конструктивно прибор содержит две части. Одна из них — это блок сменяемых датчиков, а вторая содержит все остальные блоки и блок питания от сети переменного тока 220 В. Смена индуктивных датчиков позволяет исследовать различные полупроводниковые пластины, перекрывая при этом широкий диапазон значений электропроводности. Использование дифференциальной схемы датчика и одноканальной схемы обработки информационного сигнала обеспечили хорошую температурную стабильность и помехозащищенность прибора. Высокая помехозащищенность от промышленных наводок (наводки с частотой 50 Гц) достигнута за счет синхронного детектирования на частоте 12,5 Гц.

Особенностью данного устройства является линейность шкалы индикатора электропроводности. Это существенно упрощает градуировку прибора (достаточно одного образца с известной электропроводностью и заданной толщиной).

Длительная эксплуатация устройства в производственных и лабораторных условиях показала его пригодность для экспресс-контроля полупроводниковых кристаллов из Bi_2Te_3 , CdSb , CdTe , CdHgTe , Si , электропроводность которых находилась в пределах от $10^{-3} \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ до $10^3 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$. Для экспресс-контроля полупроводниковых кристаллов с электропроводностью $10^{-3} \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ (например кремниевых пластин) использовался дифференциальный индуктивный датчик с рабочей частотой 10 МГц.

На рис. 3 изображен внешний вид прибора, укомплектованного дифференциальным индуктивным датчиком с рабочей частотой 100 кГц для экспресс-контроля заготовок из кристаллов Bi_2Te_3 в виде шайб

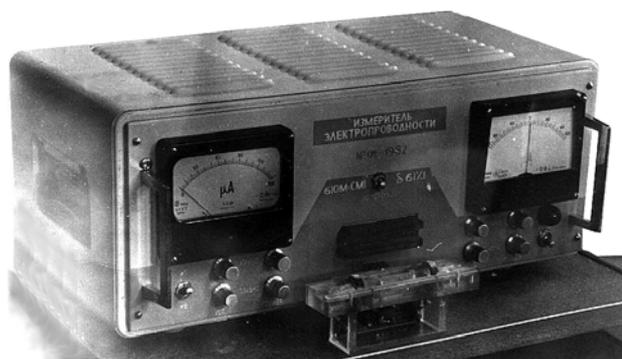


Рис. 3. Внешний вид прибора

толщиной 2 мм и диаметром 8 мм. Конец шкалы прибора соответствует $\sigma=1500 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$. При этом $(\Delta\sigma/\sigma)/\Delta T=5\cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}$, где $\Delta\sigma$ — изменение нулевых показаний прибора при изменении внешней температуры на $\Delta T \text{ }^\circ\text{C}$. Общая погрешность измерений не более 5%.

Таким образом, предложенный прибор обеспечивает бесконтактный экспресс-контроль электропроводности различных полупроводниковых материалов и может быть использован как в лабораторных, так и в производственных условиях.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Охотин А. С., Пушкарский А. С., Боровикова Р. П. и др. Методы измерения характеристик термоэлектрических материалов и преобразователей. — М.: Наука, 1974.
2. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Кн. 1 / Под ред. В. В. Клюева. — М.: Машиностроение, 1988.
3. Miller G. L., Robinson D. A. H., Wiley J. D. Contactless measurement of semiconductor conductivity by radio frequency free carrier power absorption // Rev. Sci. Instrum. — 1976. — Vol. 47, N 7. — С. 799—806.
4. Популях К. С. Резонансные методы измерений. — М.: Энергия, 1980.
5. Алексеев Н. Г., Прохоров В. А., Чмутов К. В. Современные электронные приборы и схемы в физико-химических исследованиях. — М.: Химия, 1971.

НОВЫЕ КНИГИ

Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. — М.: Техносфера, 2006. — 592 с.

Изложены физические принципы, методы разработки и варианты практического использования широкого спектра датчиков в самых разнообразных областях применений. На английском языке книга издана уже третий раз, и это не случайно, поскольку любая современная система измерений не обходится без применения датчиков, которые являются «переводчиками» окружающей аналоговой природы на язык цифровой техники.

Издание дополнено описанием датчиков, реализованных по самым современным технологиям — электромеханических микродатчиков (MEMS) и электрооптомеханических микросистем (MEOMS), без которых был бы невозможен прогресс в областях беспроводных систем телекоммуникации и отдельных областях медицины и техники.

Книга является справочным пособием для студентов, исследователей, проектировщиков датчиков и специалистов, разрабатывающих измерительные системы.

