

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.373.5

Полосно-пропускающие фильтры на диэлектрических резонаторах с высокой проницаемостью

А.Г.Ефимов

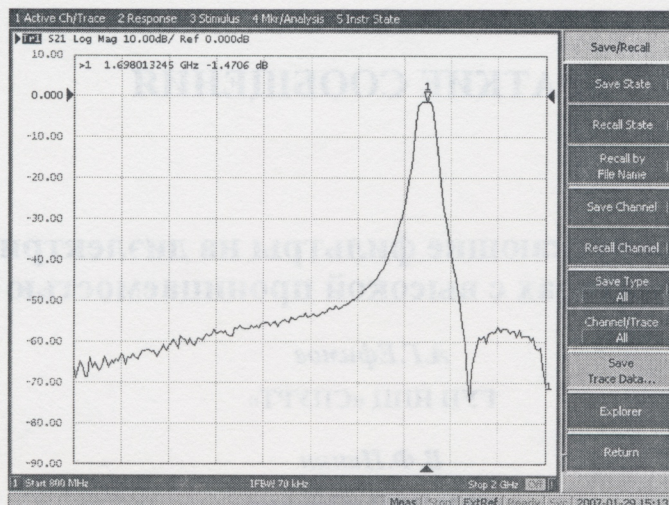
ГУП НПЦ «СПУРТ»

В.Ф.Панин

ГУП НПП «Оптэкс»

Одним из вариантов уменьшения размеров микроэлектронных устройств СВЧ-диапазона является использование материалов с высокой диэлектрической проницаемостью. Наиболее распространено использование резонаторов с высокой диэлектрической проницаемостью в полосно-пропускающих фильтрах [1, 2]. Основными требованиями к керамическим материалам диэлектрических резонаторов являются повышение добротности и близкий к нулю температурный коэффициент диэлектрической проницаемости. Совершенствование технологии изготовления диэлектрических резонаторов с высокой диэлектрической проницаемостью на основе твердых растворов ряда соединений, начатое в НИИ «Гириконд», продолжается в ООО «Керамика» (г. Санкт-Петербург). Проведенные работы показали возможность получения температурного коэффициента частоты требуемого знака и величины от $-6,0$ до $+15,0$ MK^{-1} для резонаторов с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 80$ в интервале температур от -60 до $+80$ $^{\circ}\text{C}$ [3]. Была установлена зависимость резонансной частоты от условий возбуждения резонатора, что позволило определить точные геометрические размеры и сократить трудоемкость регулировки фильтров при изготовлении приемных модулей в условиях серийного производства. Отказ от механической перестройки с помощью винтов, выбор оптимального числа резонаторов и конструкция фильтра с использованием пенополиуретановой подложки достаточно четко обоснованы в работе [4].

Наибольшее распространение получили фильтры на диэлектрических резонаторах из материала ТБНС с $\epsilon = 80$. Для отбора резонаторов с нужной резонансной частотой и исследования диэлектрических резонаторов используется контактирующее устройство (КУ). В настоящей работе для реализации фильтров были выбраны резонаторы с $\epsilon = 80$, изготовленные по современной технологии [5]. Для каждого частотного диапазона экспериментально определены оптимальные размеры отсека фильтра, представляющего собой экранированный металлический корпус с опаиваемой крышкой. Оптимизация геометрических размеров отсека фильтра позволяет сократить паразитные полосы пропускания. Ширина отсека выбрана в полтора диаметра резонатора, а высота – в два раза больше высоты резонатора. Конструкция фильтров максимально повторяет конструкцию КУ, что обеспечивает повторяемость характеристик. Сигнал в отсек фильтра подается через коаксиальный металл-стеклянный переход, на который напаивается возбуждающий штырь. Для сохранения добротности резонатора при установке в корпус используется подложка из пенополиуретана толщиной не менее 2 мм с диэлектрической проницаемостью близкой к единице, технологический отжиг обеспечивает стабильность подложки в диапазоне температур и при воздействии влаги. Крепление резонаторов к подложкам и подложек к корпусу осуществляется клеем ВК-9, обеспечивающим минимальный вклад в искажение характеристик фильтров. Полосно-пропускающие фильтры на диэлектрических резонаторах обеспечивают прямые потери не более 1,5 дБ при рабочей полосе не более 2% и запырании более 40 дБ при отстройке на 200 МГц. Типовая амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) полосно-пропускающего фильтра на трех диэлектрических резонаторах представлена на рисунке. Неравномерность характеристики в полосе пропускания не превышает 0,5 дБ.



АЧХ полосно-пропускающего фильтра на трех диэлектрических резонаторах

Проведенные испытания показали устойчивость данного типа фильтров к воздействию механических ударов многократного действия с пиковым ускорением 15g и стабильность характеристик в рабочем диапазоне температур от -50 до $+65$ °С. Суммарное изменение АЧХ в указанном диапазоне температур не превышает 2 МГц.

Использование диэлектрических резонаторов с высокой диэлектрической проницаемостью и высокой термостабильностью, изготовленных по современной технологии, позволяет реализовать малогабаритные полосно-пропускающие фильтры для систем космической связи. Наиболее эффективно использование подобных полосно-пропускающих фильтров для защиты приемных трактов в сложной электромагнитной обстановке, подавления внеполосных излучений на выходе передающих трактов и при выделении информационной полосы в повышающих преобразователях частоты с низкой промежуточной частотой.

Литература

1. Диэлектрические резонаторы в микроэлектронике СВЧ (обзор) / Ю.М.Безбородов, Л.Г.Гассанов, А.А.Липатов и др. // Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ. – 1981. – Вып. 4(768). – С. 3–82.
2. Безбородов Ю.М., Нарытник Т.Н., Федоров В.Б. Фильтры СВЧ на диэлектрических резонаторах. – Киев: Техника, 1989. – 184 с.
3. Термостабильные керамические материалы для высокочастотных диэлектрических резонаторов микроволнового применения / Е.А.Ненашева, Л.П.Мудролюбова, И.В.Масловская и др. // Научно-технические достижения: Межотраслевой науч.-техн. сб.: М.: ВНИИМИ 1, 1991. – С. 28–30.
4. Варфоломеев И.Н., Дмитриев С.Д., Панин В.Ф. Вопросы микроминиатюризации диэлектрических фильтров // Электронная техника. Сер.10. Микроэлектронные устройства. – 1977. – Вып. 5. – С. 39–42.
5. Ненашева Е.А. Состояние дел в области разработок и производства микроволновых керамических материалов и элементов СВЧ-техники // Материалы конф. «Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем». – Омск, 2006. – С. 189–195.

Поступило
23 сентября 2008 г.

Ефимов Андрей Геннадьевич – кандидат технических наук, начальник отдела ГУП НПП «Спурт». Область научных интересов: проектирование микроэлектронной аппаратуры СВЧ-диапазона на основе арсенид-галлиевых интегральных схем и дискретных элементов для поверхностного монтажа.

Панин Владимир Федорович – кандидат технических наук, главный специалист ГУП НПП «Оптэкс». Область научных интересов: проектирование наземных комплексов приема информации с космических аппаратов дистанционного зондирования Земли.