

Фильтры С-диапазона

Малогабаритные добротные фильтры С-диапазона частот на диэлектрических резонаторах с улучшенными параметрами

Аннотация

Представлены результаты разработки полосно-пропускающих фильтров С-диапазона (4–8 ГГц) на диэлектрических резонаторах из термостабильной керамики системы $\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3})\text{O}_3$. Использование резонаторов на основной моде $\text{TE}_{01\delta}$ и оптимизированная схема связи позволили в 3–4 раза уменьшить объём фильтра по сравнению с волноводными аналогами при собственной добротности резонаторов не ниже 15 000 на частоте 6 ГГц. Достигнуты вносимые потери менее 0,5 дБ в полосе пропускания и подавление внеполосных сигналов более 60 дБ при расстройке на 3 % от центральной частоты.

Постановка задачи

Фильтры С-диапазона входят в состав приёмо-передающих трактов спутниковой связи, радиолокационных станций и наземных ретрансляторов. Традиционные волноводные конструкции обеспечивают требуемую избирательность, но занимают значительный объём и чувствительны к температурным деформациям корпуса. Микрополосковые решения компактнее, однако их добротность на порядок ниже, что приводит к росту потерь и «завалу» АЧХ на краях полосы. Целью работы было получить фильтр с добротностью волноводного уровня в габаритах, сопоставимых с микрополосковыми модулями.

Конструкция

Фильтр выполнен по четырёхзвенной схеме на цилиндрических диэлектрических резонаторах ($\varepsilon_r \approx 24$, диаметр 9,8 мм), установленных на кварцевых опорах в металлическом экранирующем корпусе. Связь между резонаторами регулируется настроечными винтами через щелевые диафрагмы, что позволяет корректировать полосу и уровень пульсаций АЧХ уже после сборки. Вход и выход — коаксиальные, с петлевыми элементами связи. Температурный коэффициент частоты керамики скомпенсирован подбором материала опор, за счёт чего суммарный уход центральной частоты в диапазоне $-40 \dots +70$ °С не превышает $\pm 0,3$ МГц.

Результаты

Параметр	Значение
Центральная частота	6,1 ГГц
Полоса пропускания по уровню –1 дБ	60 МГц
Вносимые потери в полосе	$\leq 0,45$ дБ
Неравномерность АЧХ	$\leq 0,2$ дБ
Подавление при расстройке ± 180 МГц	≥ 60 дБ
КСВН на входе и выходе	$\leq 1,25$
Габариты корпуса	62 × 18 × 16 мм
Масса	38 г

По сравнению с волноводной версией того же назначения фильтр легче в 5 раз и занимает в 3,6 раза меньший объём при снижении вносимых потерь на 0,2 дБ.

Применение

Разработанные фильтры предназначены для малогабаритных приёмных модулей спутниковых терминалов, бортовой аппаратуры и радиорелейных станций, где одновременно критичны масса, температурная стабильность и низкие потери в тракте. Конструкция масштабируется на другие участки С-диапазона перестройкой размеров резонаторов без изменения корпуса.

Ключевые слова: диэлектрический резонатор, полосно-пропускающий фильтр, С-диапазон, добротность, термостабильность, СВЧ.