

считанными при использовании численных методов для низших, магнитных колебаний. Диаграмма направленности дискового ОДР при возбуждении в нем низших магнитных колебаний имеет форму ДН магнитного диполя и сужается при увеличении отношения  $L/2r_0$ .

1. Ильченко М. Е., Кудинов Е. В. Ферритовые и диэлектрические резонаторы СВЧ. Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1973. 173 с. 2. Трубин А. А. Расчет коэффициентов связи диэлектрических резонаторов со свободным пространством. — В кн.: Методы функциональной электроники в реализации радиотехнических устройств. Киев: УКРНИИНТИ, 1982. 45 с. 3. Jtoh T., Rudokas R. Nuv method for computing the resonant frequencies of dielectric resonators. — IEEE Trans. 1977, MTT — 25, 1, p. 52—54. 4. Verplanck M., van Bladel J. The magnetic-dipole resonances of ring resonators of very high permittivity. IEEE Trans., 1979, MTT=27, 4, p. 328—333.

Поступила в редколлегию 07.09.82

УДК 621.372.832

В. И. ЦЫМБАЛ, ст. науч. сотр., Г. Н. ШЕЛЯМОВ, канд. техн. наук

### МАЛОГАБАРИТНЫЕ СВЧ-РЕЗОНАТОРЫ В ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОЙ ЛИНИИ

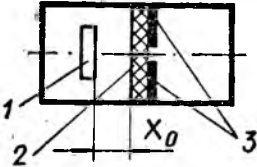
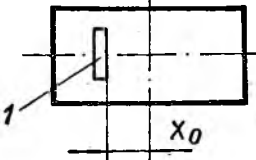
Резонаторы, объемы которых, по крайней мере, на порядок меньше объема металлического резонатора на основе стандартного прямоугольного волновода, относятся к категории малогабаритных. Отметим, что не все малогабаритные СВЧ-резонаторы рационально применять в сочетании с волноводно-щелевыми линиями [1, 2]. Так, планарность конструкции сохраняется при использовании диэлектрического петлевого в виде короткозамкнутого проволочного витка, ферритового и металлического дисков типов резонаторов.

Ниже приводятся результаты экспериментального исследования характеристик взаимодействия (см. таблицу) малогабаритных СВЧ-резонаторов  $I$  с волноводно-щелевой линией на основе стандартного прямоугольного волновода сечением  $17 \times 8$  мм. С целью уменьшения воздушного зазора магнитной системы при исследовании ферритовых резонаторов использовался волновод сечением  $17 \times 4$  мм. Толщина диэлектрической подложки  $2s = 0,3$  мм, диэлектрическая проницаемость  $\delta = 2,2$ , зазор между металлическими пластинами  $3t = 1$  мм. Петлевой резонатор изготовлен из посеребренной проволоки диаметром 0,5 мм, а металлический диск — из пластины толщиной 0,2 мм. Материал ферритового резонатора — железиттриевый гранат с намагниченностью насыщения 0,175 Тл и шириной линии ферромагнитного резонанса 40 а/М. Размеры диэлектрического резонатора выбраны таким образом, чтобы резонансные частоты  $H_{10\delta}$ - и  $E_{11\delta}$ -колебаний, соотношение между которыми определяется отношением диаметра  $D$  к толщине  $s$  резонатора [3], оказывались в рабочем диапазоне частот используемого волновода.

Результаты измерений сведены в таблицу, в которой указаны геометрические размеры резонаторов, а также резонансная частота  $f_r$  и коэффициент передачи в точке резонанса  $T_p$ .

Резонаторы, укрепленные на перемещаемом поперек волновода пеплоластом держателе, располагались со стороны диэлектрической

подложки, так как при расположении резонаторов возле металлических пластин щелевой линии наблюдается уменьшение их добротности. Максимальная связь резонаторов с волноводно-щелевой линией имеет место при симметричном расположении резонаторов относительно щели. Исследовались характеристики взаимодействия при асимметричном расположении диэлектрического резонатора; при этом происходит интенсивное возбуждение более высокочастотного  $E_{116}$ -колебания, для которого  $f_{pE} = 16,5$  ГГц и  $T_{pE} = -18$  дБ.

Тип резонатора	Тип линии передачи	
	волноводно-щелевая <sup>а</sup>	прямоугольный волновод
		
Диэлектрический $c=1,2$ мм; $D=2,8$ мм; $\epsilon=80$	$x_0=0$ ; $f_{pH}=13,33$ ГГц; $T_{pH}=-45$ дБ $x_0=1,5$ мм; $f_{pH}=12,87$ ГГц; $T_{pH}=-23$ дБ	$x_0=0$ ; $f_p=12,85$ ГГц; $T_p=-23$ дБ
Петлевой $D=6$ мм	$x_0=0,5$ мм; $f_p=15,83$ ГГц; $T_p=-40$ дБ	$x_0=0$ ; $f_p=16,35$ ГГц; $T_p=-35$ дБ
Ферритовый $D=0,5$ мм	$x_0=0$ ; $f_p=15$ ГГц; $T_p=20$ дБ	$x_0=0$ ; $f_p=15$ ГГц; $T_p=11$ дБ
Металлический диск $D=7$ мм	$x_0=1,5$ мм; $f_p=16,1$ ГГц; $T_p=-30$ дБ	$x_0=0$ ; $f_p=17,1$ ГГц; $T_p=-24$ дБ

Для сравнения (см. таблицу) были измерены аналогичные характеристики взаимодействия исследуемых резонаторов с прямоугольным волноводом того же сечения, что и волноводно-щелевая линия. Для всех типов резонаторов в волноводно-щелевой линии наблюдается увеличение параметра связи, особенно это характерно для диэлектрического резонатора.

Погрешность измерений, определяемая точностью используемого панорамного измерителя КСВН типа Р2-32, составляет 0,5 % для частоты и 5 % для коэффициента передачи.

1. Гвоздев В. И., Хитров С. С. Линии передач для интегральных схем СВЧ. — Зарубеж. радиоэлектроника, 1982, № 3, с. 86—107. 2. Лерер А. М., Михалевский В. С., Цветковская С. М. Расчет параметров одного типа волноводно-щелевых линий. — Изв. вузов СССР. Радиоэлектроника, 1981, т. XXIV, № 10, с. 46—51. 3. Шеламов Г. Н. Резонансные частоты и собственная добротность диэлектрических СВЧ резонаторов. — Радиотехника, 1977, т. 32, № 1, с. 93—95.

Поступила в редколлегию 13.09.82