

УДК 537.876

МОВЧАН Н.Н., ЗАВИСЛЯК И. В., ПОПОВ М. А.

РАСЩЕПЛЕНИЕ АКСИАЛЬНО НЕОДНОРОДНЫХ МОД В ГИРОМАГНИТНЫХ И ГИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРАХ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА*Киевский национальный университет им. Т. Шевченко,
Украина, Киев, 01601, ул. Владимирская, 64*

Аннотация. Построена теория для расчета спектра собственных частот гиротропных резонаторов при использовании формализма скалярных потенциалов. Найдены в аналитическом виде уравнения для расчета расщепления резонансных частот гирромагнитных и гироэлектрических цилиндрических резонаторов в магнитном поле. Проведено сравнение теории с экспериментом для случая гирромагнитных резонаторов миллиметрового диапазона, изготовленных из гексаферрита бария. На примере резонатора из антимонида индия показано, что намагниченные полупроводниковые резонаторы, охлажденные до температуры жидкого азота, могут быть использованы наравне с резонаторами из магнитотвердых гексаферритов для построения невзаимных приборов в миллиметровом диапазоне

Abstract. Theory of calculating eigenmodes spectrum for gyrotropic resonators when using scalar potentials formalism is developed. Equations for calculating splitting of resonant frequencies of gyromagnetic and gyroelectric cylinder resonators in magnetic field are derived. Theoretical results are compared to the experimentally obtained figures for microwave gyromagnetic resonators made of barium hexaferrite. Example of a resonator made of indium antimonide demonstrates the possibility of using magnetized semiconductor resonators cooled to liquid nitrogen temperature to achieve the same characteristics offered by resonators made of magnetically firm hexaferrites when designing unidirectional microwave devices

Ключевые слова: гиротропный резонатор, расщепление мод, гирромагнитный резонатор, гироэлектрический резонатор, gyrotropic resonator, splitting modes, gyromagnetic resonator, gyroelectric resonator

ВВЕДЕНИЕ

Диапазон миллиметровых волн представляет собой особый интерес для приложений, связанных с системами беспроводной связи, автомобильных радаров, радиоастрономии и спутниковой связи [1]. Необходимыми компонентами приемо-передающей аппаратуры являются циркуляторы на основе гиротропных резонаторов. При этом в ряде конструкций используется явление расщепления резонансных частот азимутально неоднородных мод в гиротропном резонаторе, который обладает цилиндрической симметрией.

Расширение рабочей полосы частот волноводных Н-циркуляторов достигается при использовании гиротропных резонаторов, кото-

рые частично заполняют волновод по высоте. В резонансной системе таких устройств, в отличие от микрополосковых Y-циркуляторов, возникают аксиальные резонансы (вдоль оси сочленения), за счет чего появляется дополнительная степень свободы (высота образца) и расширяется возможность управления спектром собственных колебаний резонатора.

Для расчета ферритовых резонаторов, которые частично заполняют волновод по высоте, используются как аналитические (метод собственных колебаний [2]), так и численные методы (FDTD [3], FEM [4]). Однако в литературе осталось практически не рассмотренным расщепление собственных колебаний в гиротропных резонаторах с аксиально неоднород-