

МІНІАТЮРНІ ПРИСТРОЇ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ КРИСТАЛІВ

*Біденко П. С.; Назарько А. І.; Нелін Є. А., д.т.н., проф.; Попсуй В. І.
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут», м. Київ, Україна*

Кристалоподібні структури, що володіють особливими спектральними характеристиками, широко досліджують для пристроїв обробки сигналів. Один з нових напрямків в конструюванні мікросмужкових пристроїв, що найбільш інтенсивно розвивається — використання мікросмужкових електромагнітних кристалів (ЕК) [1]. ЕК і окремі ЕК-неоднорідності володіють високою частотною вибірністю, що дозволяє на їх основі реалізувати ефективні мініатюрні частотно-вибірні пристрої.

Мініатюризація мікросмужкових пристроїв при використанні ЕК або окремих ЕК-неоднорідностей базується на суттєвому розширенні діапазону хвильових імпедансів в порівнянні з традиційними рішеннями. Подальше зменшення розмірів можливо при більш складній імпедансній характеристиці структури у порівнянні з природним кристалом. Так, у разі двофазної імпедансної характеристики ЕК менше приблизно вдвічі [4]. В роботі розглянута можливість зменшення розмірів ЕК — за рахунок формування спеціальної хвильової траєкторії.

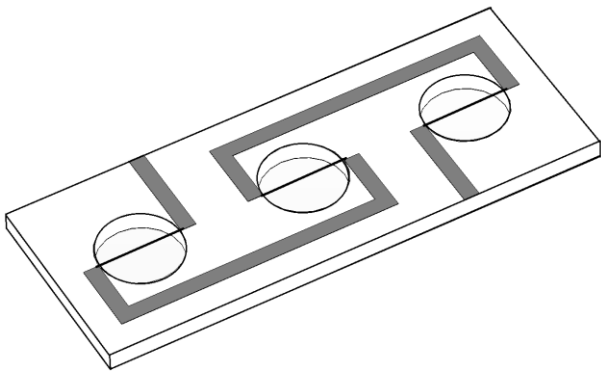


Рис. 1. Мініатюрний електромагнітний кристал з h -неоднорідністю

Запропонований ЕК з хвильовою траєкторією у вигляді взаємопов'язаних П-подібних петель, що охоплюють неоднорідності (рис. 1). Така петля ефективніше петлі меандру, оскільки на її окремих ділянках хвиля рухається в напрямку, протилежному основному. ЕК-неоднорідності виконані високоімпедансними (h -тип) у вигляді наскрізних отворів з дротяним навісним провідником [2]; мі-

кросмужкові провідники — 50-Омні. При рівності відстані між неоднорідностями діаметру неоднорідності запропонована структура приблизно в 2,4 і в 1,5 рази коротше у порівнянні з прямолінійною структурою і структурою з хвильовими траєкторіями у формі меандру.

Змодельовані значення f_0 і T_{min} (f_0 — частота мінімуму коефіцієнта проходження T_{min}), а також відносні ширини смуги подавлення ΔF для запропонованої і прямолінійної структури відповідно дорівнюють 1,88 ГГц і 1,87 ГГц, $-9,0$ дБ і $-9,6$ дБ, 67% і 69%. При практично однакових характеристиках розміри запропонованої структури в 2,3 рази менше.

Ефективність ЕК, що характеризується значеннями T_{min} і ΔF , зростає із збільшенням відношення хвильових імпедансів різнорідних областей ЕК. Запропонований ЕК, утворений чергуванням низькоімпедансних (I-тип) неоднорідностей у вигляді ненаскрізних металізованих отворів з боку сигнальної поверхні і h-неоднорідностей у вигляді відрізків вузького сигнального провідника. Значення f_0 , T_{min} і ΔF дорівнюють 2,16 ГГц, -48,7 дБ і 115%.

Запропоновані конструктивні особливості формування хвильової траєкторії дозволили створити вузькосмуговий ЕК-фільтр, реалізований за

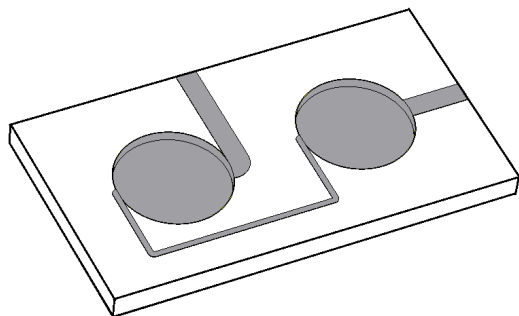


Рис. 2. Вузькосмуговий ЕК з l-неоднорідностями

схемою резонатора Фабрі-Перо (рис.2). Експериментальні та розрахункові значення резонансної частоти, ширини смуги пропускання за рівнем -3 дБ і внесених втрат відповідно дорівнюють 3,74 ГГц і 3,83 ГГц, 180 МГц і 100 МГц, -3 дБ та -1,7 дБ. У порівнянні зі змодельованою конструкцією з прямолінійною резонаторною областю розміри зменшились в 1,5 рази.

В роботі представлені особливості 3D-моделювання ЕК-структур в середовищі *CST Microwave Studio*: обґрунтований вибір сітки розбиття, представлені особливості параметрів вхідного та вихідного портів, конструкторсько-технологічні особливості, які треба враховувати при моделюванні.

Ускладнення хвильової траєкторії за рахунок введення ділянок з протинаправленим рухом хвилі призводить до значного зменшення розмірів ЕК-структур. Використання всього двох ЕК-неоднорідностей і ускладненої хвильової траєкторії достатньо для створення мініатюрних вузькосмугових фільтрів.

Література

1. J. S. Hong and M. J. Lancaster, *Microstrip Filters for RF / Microwave Applications*. NY: Wiley, 2001.
2. A. I. Nazarko, Yu. F. Timofeeva, E. A. Nelin, "High Selective Photon Crystal Structures", in Proc. 10th Int. Conf. "The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics", Lviv Polytechnic National Univ., Polyana-Svalyava, Ukraine, Feb. 2009, pp. 116 — 117.
3. A. I. Nazarko, "Electromagnetic Crystals Based on Low-Impedance Inhomogeneities", in Proc. 11th Int. Conf. "The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics", Lviv Polytechnic National Univ., Polyana-Svalyava, Ukraine, Feb. 2011, pp. 1 — 4.
4. A. I. Nazarko, E. A. Nelin, V. I. Popsui, Yu. F. Timofeeva, "Two-phase electromagnetic crystal", *Technical Physics Letters*, vol. 37, pp. 185 — 187, Jan. 2011.