

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОСМУЖКОВИХ СТРУКТУР З ФОТОННОЮ ЗАБОРОНЕНОЮ ЗОНОЮ

*Мариніч А. Г.; Богомолів М. Ф. к.т.н., доц.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна*

В радіоелектронних пристроях різного призначення широко використовують структури з фотонною забороненою зоною (ФЗЗ), або як їх ще називають фотонні кристали (ФК), що дають можливість керувати розповсюдженням електромагнітних хвиль в оптичному і СВЧ діапазонах. У СВЧ діапазоні такі структури можуть бути отримані, зокрема, з використанням мікросмужкових ліній (МПЛ).

Мікросмужкові структури з фотонною забороненою зоною викликають великий інтерес, завдяки їх унікальним характеристикам, а також можливості їх широкого застосування в якості фільтрів [1], резонаторів, мікрохвильових антен [2] і т.д.

На сьогоднішній день відомо кілька способів виготовлення мікросмужкових структур з фотонною забороненою зоною: висвердлювання періодичного ряду отворів різної форми, в підкладці мікросмужкової лінії [1]; витравлювання періодичного ряду отворів різної форми, в нижній пластині мікросмужкової лінії [3]; витравлювання періодичних отворів певної форми в центральному провіднику лінії; періодична зміна форми центрального провідника мікросмужкової лінії без травлення отворів в нижній пластині.

Найбільшу увагу було приділено мікросмужковим структурам з ФЗЗ, виконаним на основі МПЛ з періодично витравленими отворами в нижній пластині, це в першу чергу пов'язано з простотою їх виготовлення, в порівнянні з описаними вище структурами. Так в роботі [3] розглянуто два типи мікросмужкових структур виготовлених за допомогою цієї технології. Перша з них отримана шляхом витравлювання в підкладці одновимірного ряду прямокутних отворів, і може бути використана як фільтр; друга отримана двовимірним розподілом прямокутних отворів, і може знайти застосування

в якості мікросмужкових антен. Для чисельного моделювання запропонованих структур був використаний метод кінцевих різниць аналогічні одновимірні і двовимірні мікросмужкові лінії з ФЗЗ, але тільки з круглими отворами що були розглянуті в роботі [4].

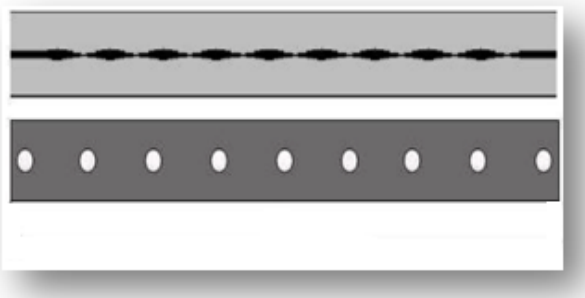


Рисунок 1. Двохстороння МПЛ структура

Метою даної роботи є теоретичне дослідження двосторонніх мікросмужкових структур з фотонною заборонено зоною рис. 1. Така структура може використовуватися в якості СВЧ фільтра.

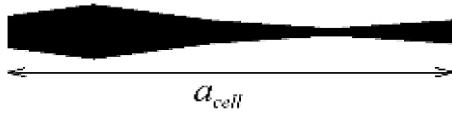


Рисунок 2. Комірка з трикутною варіацією характеристичного імпедансу

Досліджувана структура являє собою мікросмужкову лінію з періодично змінною шириною центрального провідника, в нижній пластині, якої витравлений одновимірний періодичний ряд круглих отворів (рис. 1). Для досліджуваної структури, характеристичний імпеданс Z , всередині однієї комірки довжиною a_{cell} , має трикутну варіацію, як функцію довжини мікросмужкової лінії рис. 2.

Тривимірне моделювання виконано в програмному пакеті *CST Microwave Studio* при цьому було досліджено три типи мікросмужкових структур: 1) Мікросмужковий фільтр, отриманий шляхом періодичної модуляції ширини центрального провідника МПЛ; 2) Мікросмужковий фільтр, отриманий шляхом витравлювання періодичного ряду круглих отворів, в нижній пластині МПЛ; 3) двостороння структура, отримана об'єднанням структур 1 і 2.

На рис. 3 представлені результати розрахунку спектральних характеристик для структур 1—3. Як випливає з отриманих характеристик, для всіх зразків присутній ФЗЗ з центром близько 2,8 ГГц. У той же час, ширина і глибина забороненої зони залежать від типу досліджуваної структури: найбільш вузька ФЗЗ отримана для структури першого типу, а найширша ФЗЗ з мінімальним коефіцієнтом проходження отримана для структури третього типу.

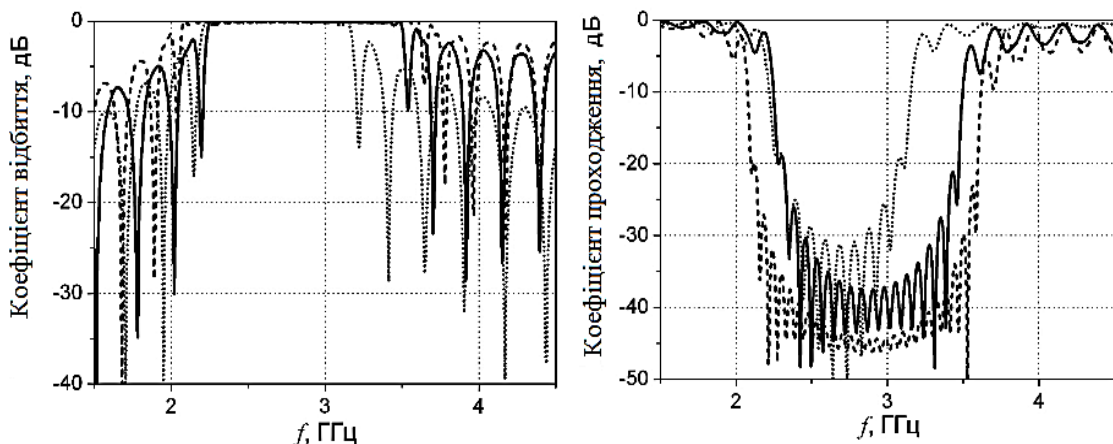


Рисунок 3. Спектральні характеристики МПЛ структур: точки — структура 1, суцільна лінія — структура 2, пунктирна лінія — структура 3

Згідно отриманих спектральних характеристик, можна зробити висновок, що в якості смугових фільтрів, доцільно використовувати двосторонні

структури. Отримані результати, для структур 1 і 2 типів, були зрівняні з результатом робіт інших авторів [1 – 3], в результаті чого було відзначено їх відповідність. Для структури другого типу також був проведений ряд експериментальних вимірювань, які підтвердили адекватність розробленого чисельного алгоритму [5]. Таким чином, результати проведеного чисельного моделювання свідчать про можливість широкого застосування двосторонніх мікросмужкових структур, з фотонною забороненою зоною, як дешевих і простих у виготовленні частотно-вибіркових фільтрів НВЧ діапазону. Залежно від області застосування, а відповідно і від вимог, що висуваються до спектральних характеристик структури, можуть застосовуватися, як односторонні структури, досліджені раніше [1], так і запропонована двостороння структура.

Перелік посилань

1. Hung-Yu D. Theory Of Microstrip Lines On Artificial Periodic Substrates / J.-S. Hong — N.Y. Wiley, 1999. — 629—635 p.
2. Hung-Yu D. Transactions On Microwave Theory And Techniques. / J.-S. Hong — N.Y. Wiley 2000 — №48. — 2233 — 2239 p.
3. Karbassian M. Effect of Shape of Patterns on the Performance of Microstrip Photonic Band-Gap Filters/ IEEE Microwave and Optical Technology Letters. — 2006. — №6. — 1007 — 1011 p.
4. Rumsey J. Photonic Bandgap Structures Used as Filters in Microstrip Circuits / IEEE Microwave and Guided Wave Letters, — 1998. — №8. — 10p.
5. Fesenko V. One-dimensional nonperiodic photonic bandgap microstrip structure /Workshop on Laser and Fiber-Optical Networks Modeling (LFNM 2003). — Alushta (Ukraine). — 2003. — 185p.

Анотація

Запропоновано двосторонню мікросмужкову структуру, виконано порівняння на основі отриманих спектральних характеристик, головна особливість структури періодична зміна ширини центрального провідника. Нижня частина структури має одновимірний ряд круглих отворів.

Ключові слова: мікросмужкова структура, фільтр, фотонні кристали.

Аннотация

Предложено двухсторонняя микрополосковая структура, выполнено сравнение на основе полученных спектральных характеристик, главная особенность структуры периодическое изменение ширины центрального проводника. Нижняя часть структуры имеет одномерный ряд круглых отверстий.

Ключевые слова: микрополосковая структура, фильтр, фотонные кристаллы.

Abstract

A two-way microstrip structure is proposed, a comparison is made based on the obtained spectral characteristics, the main feature of the structure is the periodic variation of the width of the central conductor. The lower part of the structure has a one-dimensional row of round holes.

Keywords: photonics band gap, microstrip structure, filter