



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **47242** (13) **U**
(51) МПК (2009)
H01P 3/08МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) ФОТОННОКРИСТАЛІЧНИЙ ПРИСТРІЙ**

1

2

(21) u200907359

(22) 13.07.2009

(24) 25.01.2010

(46) 25.01.2010, Бюл.№ 2, 2010 р.

(72) ТИМОФЄЄВА ЮЛІЯ ФЕДОРІВНА, НАЗАРЬКО
АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ, НЕЛІН ЄВГЕНІЙ АНДРІ-
ЙОВИЧ(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ"

(57) Фотоннокристалічний пристрій, що містить діелектричну основу, на одному боці якої виконано металізацію і ряд періодично розміщених в металізації і в основі отворів, а на другому боці над отворами розміщено смужковий провідник, який **відрізняється** тим, що глибина отворів в основі менша товщини основи, причому отвори металізовано і гальванічно з'єднано з металізацією основи.

Корисна модель належить до електромагнітних радіоелектронних пристроїв на основі мікросмужкових фотонних кристалів (ФК). ФК, як і природні кристали, характеризуються зонною діаграмою з чергуванням дозволених та заборонених зон.

Мікросмужкові ФК мають періодично розміщені неоднорідності. Хвильовий імпеданс неоднорідних областей ФК більший, ніж однорідних областей. Заборонені зони ФК відповідають смугам подавлення пристрою, а мінімум коефіцієнта проходження - максимальному подавленню сигналу в цих смугах.

Відомий фотоннокристалічний пристрій, що складається з мікросмужкової лінії, на одному боці якої виконано металізацію і ряд періодично розміщених в ній отворів, а на другому боці над отворами розміщено смужковий провідник [див. Radisic V., Qian Y., Coccio R., Itoh T. Novel 2D photonic bandgap structure for microstrip lines //IEEE Microwave and Guided Wave Letters, - 1998. - Vol. 8, № 2. - P. 69-71]. Недоліком такого рішення є вузькі смуги подавлення та високий рівень сигналу в цих смугах, що обумовлене слабкими за своєю дією неоднорідностями і відповідно невисоким значенням відносного хвильового імпедансу Z_1 неоднорідної та однорідної областей ФК.

Найбільш близьким аналогом до запропонованого пристрою є фотоннокристалічний пристрій, що містить діелектричну основу, на одному боці якої виконано металізацію і ряд періодично розміщених в металізації і в основі отворів, а на другому боці над отворами розміщено смужковий провідник [див. Radisic V., Qian Y., Itoh T. Broad-band power amplifier using dielectric photonic bandgap

structure //IEEE Microwave and Guided Wave Letters, - 1998. - Vol. 8, № 1. - P. 13-14]. Такі неоднорідності забезпечують значення $Z_2 > Z_1$ і відповідно розширення смуг подавлення та зменшення рівня сигналу в цих смугах. Недоліком пристрою є обмеження ширини смуг подавлення та рівня сигналу в цих смугах обмеженістю значення Z_2 .

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення відомого пристрою шляхом розширення смуг подавлення та зменшення рівня сигналу в цих смугах за рахунок суттєвого зменшення імпедансу неоднорідної області у порівнянні з однорідною областю ФК.

Поставлена задача вирішується тим, що у фотоннокристалічному пристрої, що містить діелектричну основу, на одному боці якої виконано металізацію і ряд періодично розміщених в металізації і в основі отворів, а на другому боці над отворами розміщено смужковий провідник, новим є те, що глибина отворів в основі менша товщини основи, причому отвори металізовано і гальванічно з'єднано з металізацією основи.

Фіг.1 та Фіг.2 ілюструють конструкцію фотоннокристалічного пристрою: Фіг.1 - загальний вид фотоннокристалічного пристрою, Фіг.2 - вид знизу по Фіг.1. На Фіг.3 та Фіг.4 представлено порівняльні розрахункові частотні залежності коефіцієнтів відбиття R та проходження T для фотоннокристалічного пристрою конкретної реалізації (криві 1) та найбільш близького аналогу цього пристрою (2) в першій смузі подавлення, де f_0 - середня частота смуги.

Фотоннокристалічний пристрій містить діелектричну основу 1, на одному боці якої виконано металізацію 2 і ряд періодично розміщених в ме-

(13) **U**(11) **47242**(19) **UA**

талізації і в основі отворів 3. На другому боці розміщено смужковий провідник 4. Глибина h' отворів 3 менша товщини h основи 1, причому отвори металізовано 5 і гальванічно з'єднано з металізацією основи 2. Величину h' обрано з виразу для хви-

льового імпедансу Z несиметричної мікросмужкової лінії [див. Hong J.-S., Lancaster M. J. *Microstrip Filters for RF/Microwave Applications*. - New York: John Wiley & Sons, 2001. -471 p.]:

$$Z = 120\pi / \varepsilon_{\text{еф}}^{-0,5} \{w / (h - h') + 1,393 + 0,677 \ln[w / (h - h') + 1,444]\}^{-1},$$

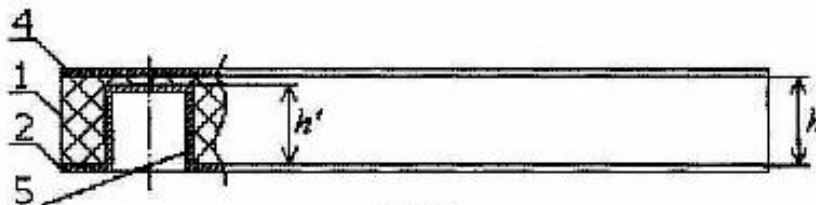
де $\varepsilon_{\text{еф}}$ - ефективна діелектрична проникність; w - ширина смужкового провідника.

В основі роботи пристрою лежить процес розповсюдження електромагнітних хвиль вздовж мікросмужкової лінії. В результаті відбиття хвиль від періодично розташованих неоднорідностей формуються дозволені та заборонені частотні зони. Середню частоту та ширину забороненої зони, а також мінімум коефіцієнта проходження в забороненій зоні визначає відношення хвильових імпедансів різномірних областей ФК. Неоднорідності у вигляді ненаскрізних металізованих отворів мають значно менший імпеданс у порівнянні з однорідними областями. Таким чином, в даному випадку $Z_3 \ll 1$, причому $Z_3^{-1} / Z_2 > 1$. Таке співвідношення забезпечує розширення смуг подавлення та зменшення рівня сигналу в цих смугах у порівнянні з найбільш близьким аналогом.

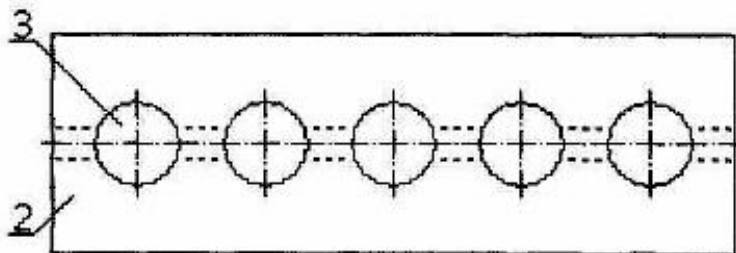
Частотні характеристики 1 і 2 на Фіг.3 та Фіг.4 відповідають пристрою, що заявляється і його найближчого аналогу. Отвори виконано круглими. Параметри пристроїв: довжина 60 мм, ширина 13 мм, товщина мідної фольги 50 мкм, $h=2,1$ мм,

$w=2,5$ мм, період структури 12 мм, діаметр отворів 6 мм, кількість отворів 5, відносна діелектрична проникність матеріалу основи - 7, тангенс кута діелектричних втрат - 0,0025 на частоті 10 ГГц. В пристрої, що заявляється, $h'=1,9$ мм, а товщина металізації отворів - 50 мкм. Хвильовий імпеданс однорідних областей дорівнює 50 Ом, а неоднорідних областей в пристрої, що заявляється і в його найближчому аналогу відповідно 9,6 Ом і 152,2 Ом, що відповідає значенням $Z_2=3,0$, $Z_3^{-1}=5,4$,

$Z_3^{-1} / Z_2 = 1,8$. Збільшення майже в два рази відношення імпедансів різномірних областей ФК забезпечує суттєве розширення смуг подавлення та зменшення рівня сигналу в цих смугах. Абсолютна та відносна ширина смуги подавлення, мінімальний рівень сигналу в цій смузі та частота f_0 для пристроїв 1 і 2 відповідно дорівнюють 5,14 ГГц і 4,18 ГГц; 104 % і 60 %; -78,9 дБ і -38,1 дБ; 4,93 ГГц і 6,94 ГГц.



Фіг. 1



Фіг. 2

