



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60664 (13) U
(51) МПК (2011.01)
H01P 3/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕЛЕКТРОМАГНІТНОКРИСТАЛІЧНИЙ ПРИСТРІЙ

1

2

(21) u201014397

(22) 01.12.2010

(24) 25.06.2011

(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.

(72) НАЗАРЬКО АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ, НЕЛІН
ЄВГЕНІЙ АНДРІЙОВИЧ(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ"(57) 1. Електромагнітнокристалічний пристрій, що
містить діелектричну основу, на одному боці якої
виконано металізацію і ряд періодично розміщених
в металізації і в основі отворів глибиною, меншою
товщини основи, причому в кожному з отворів ви-конано металізацію, гальванічно зв'язану з металі-
зацією основи, а на другому боці над отворами
розміщено смужковий провідник, який **відрізня-
ється** тим, що у напрямку поширення хвилі розмір
 I_M області металізації кожного з отворів менший
розміру отвору.2. Електромагнітнокристалічний пристрій за п. 1,
який **відрізняється** тим, що значення I_M вибрано
за умови мінімуму коефіцієнта проходження при-
строю в першій забороненій зоні.3. Електромагнітнокристалічний пристрій за п. 1,
який **відрізняється** тим, що значення I_M вибрано
за умови максимуму коефіцієнта проходження
пристрою в другій забороненій зоні.

Корисна модель належить до електромагніт-
них радіоелектронних пристроїв на основі мікрос-
мужкових кристалопоподібних структур і може бути
використана для частотної селекції сигналів. Таку
структуру називають електромагнітним кристалом
(ЕК); відповідно, пристрій на основі ЕК - електро-
магнітнокристалічний пристрій (ЕК-пристрій).

ЕК, як і природні кристали, характеризуються
зонною діаграмою з чергуванням дозволених та
заборонених зон. ЕК мають періодично розміщені
хвильові неоднорідності. Хвильові опори неодно-
рідностей та однорідної області різні, що призво-
дить до відбиття хвилі та формування дозволених
і заборонених частотних зон. Дозволена зона від-
повідає смузі пропускання пристрою, а заборонена
- смузі подавлення. Ефективність ЕК визначається
розв'язкою сигналів в смугах пропускання і подав-
лення, яка в свою чергу - мінімумом T_n коефіцієнта
проходження T в n -ій забороненій зоні. Зі змен-
шенням значення T_n розв'язка зростає. Розв'язка
сигналів підвищується зі збільшенням коефіцієнта
відбиття від неоднорідності.

Відомий ЕК-пристрій, що містить діелектричну
основу, на одному боці якої виконано дві групи
неоднорідностей у формі отворів, що розміщені з
заданою періодичністю, причому з одного боку
основа металізована, а на другому боці розміщено
сигнальний провідник, розташований між групами
отворів (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). Недоліком
такого рішення є недостатня розв'язка сигналів в
смугах пропускання і подавлення, що обумовлено
недостатньо ефективними за своєю дією неодно-
рідностями внаслідок невисокого коефіцієнта від-
биття від неоднорідності.

Найбільш близьким до запропонованого є ЕК-
пристрій, що містить діелектричну основу, на од-
ному боці якої виконано металізацію і ряд періоди-
чно розміщених в металізації і в основі отворів
глибиною, меншою товщини основи, виконаних з
металізацією, гальванічно зв'язаною з металізаці-
єю основи, а на другому боці над отворами розмі-
щено сигнальний провідник (див. пат. на корисну
модель України № 47242, МПК (2009) H01P3/08).
Такі неоднорідності мають більш високий коефіці-
єнт відбиття, що покращує розв'язку сигналів в
смугах пропускання і подавлення. Недоліком при-
строю є обмеження розв'язки сигналів, обумовле-
не обмеженістю коефіцієнта відбиття від неодно-
рідності. Хвиля, відбита неоднорідністю,
формується лише хвилями, відбитими від зовніш-
ніх її меж.

Задачу запропонованої корисної моделі є
покращення розв'язки сигналів шляхом збільшен-
ня коефіцієнта відбиття введенням внутрішньої
межі неоднорідності для додаткового відбиття
хвилі.

Поставлена задача вирішується тим, що в ЕК-
пристрої, що містить діелектричну основу, в якій
виконано ряд періодично розміщених отворів гли-

(13) U
(11) 60664
(19) UA

биною, меншою товщини основи, причому в кожному з отворів виконано металізацію, гальванічно зв'язану з металізацією основи, а на другому боці над отворами розміщено смужковий провідник. Новим є те, що у напрямку поширення хвилі розмір l_m області металізації кожного з отворів менший розміру отвору. Новим також являється оптимізація значення 1_m за умови мінімуму коефіцієнта проходження пристрою в першій забороненій зоні або за умови максимуму коефіцієнта проходження пристрою в другій забороненій зоні.

Запропонована корисна модель пояснюється кресленнями та характеристиками на Фіг. 1 - Фіг. 3. На Фіг. 1 показано загальний вид ЕК-пристрою, на Фіг. 2 - вид знизу по Фіг. 1. На Фіг. 3 представлено порівняльні розрахункові частотні характеристики коефіцієнта проходження ЕК-пристрою конкретної реалізації (крива I) та його найближчого аналога (II) в першій забороненій зоні, де f_0 - середня частота цієї зони.

ЕК-пристрій містить діелектричну основу 1, на одному боці якої виконано металізацію 2 і ряд періодично розміщених отворів 3 глибиною, меншою товщини основи 1. Металізацію отворів гальванічно зв'язано з металізацією основи. На другому боці основи над отворами розміщено смужковий провідник 4. У напрямку поширення хвилі розмір l_m області металізації 5 кожного з отворів 3 менший розміру 1 отвору.

В основі роботи пристрою лежить процес поширення електромагнітних хвиль вздовж мікросмужкової лінії. В результаті відбиття хвиль від періодично розміщених неоднорідностей і інтерференції цих хвиль формуються дозволені та заборонені частотні зони.

ЕК-неоднорідність у формі отвору з металізованою і неметалізованою областями має не лише зовнішні межі відбиття хвилі між неоднорідністю і однорідною областю, але і додаткову внутрішню межу між металізованою і неметалізованою областями неоднорідності. Хвиля, відбита цією межею,

підвищує коефіцієнт відбиття, що покращує розв'язку сигналів.

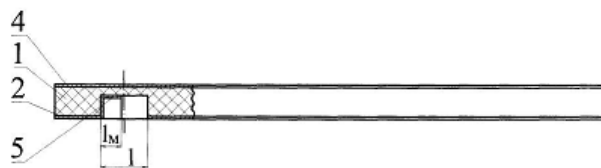
Найбільш технологічним є рішення згідно умови $l_m = 1/2$. При оптимальних значеннях l_m , які розраховуються тривимірним електромагнітним моделюванням, досягається мінімум T_1 або максимум T_2 . Відповідно забезпечується максимальна ефективність пристрою в першій забороненій зоні і максимальне подавлення другої забороненої зони, що дає додаткові можливості у формуванні частотних характеристик пристрою.

Фіг. 3 ілюструє покращення розв'язки сигналів запропонованим пристроєм I при $l_m = 1/2 = 4$ мм у порівнянні з його найближчим аналогом II, у якого отвори повністю металізовані. Отвори виконано круглими. Параметри пристроїв: довжина 74 мм, ширина 13 мм, товщина мідної фольги 35 мкм, товщина основи 2,1 мм, ширина смужкового провідника 2,5 мм, період структури 14 мм, діаметр отворів 8 мм, глибина отворів 1,7 мм, кількість отворів 5, товщина металізації отворів – 35 мкм, відносна діелектрична проникність матеріалу основи – 7, тангенс кута діелектричних втрат – 0,0025 на частоті 10 ГГц. Значення T_1 і f_0 пристроїв I і II дорівнюють відповідно -59,9 дБ і -45,8 дБ та 4,56 ГГц і 4,33 ГГц.

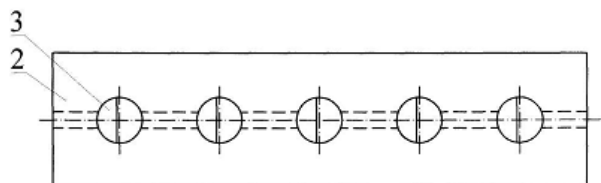
Згідно з п. 2 формули корисної моделі $l_m = 4,5$ мм. Значення $T_1 = -60,3$ дБ, що лише на 0,4 дБ менше, ніж при $l_m = 4$ мм. Таким чином, значення $1_m = 4$ мм близьке до оптимального.

Згідно з п. 3 формули корисної моделі $l_m = 7,4$ мм. В цьому випадку $T_1 = -48,3$ дБ, а $T_2 = -3,8$ дБ. Для пристрою II $T_2 = -13,9$ дБ. У порівнянні з пристроєм II пристрій I, виконаний згідно з п. 3 формули корисної моделі, забезпечує зменшення значення T_1 на 2,5 дБ і підвищення значення T_2 на 10,1 дБ. В пристрої I друга заборонена зона відсутня.

У порівнянні з пристроєм II при $l_m = 4$ мм пристрій I покращує розв'язку сигналів на 14,1 дБ, а при $l_m = 4,5$ мм - на 14,5 дБ.



Фіг. 1



Фіг. 2

