



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **150870** (13) **U**
(51) МПК (2022.01)
H01P 1/00
H01P 1/20 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

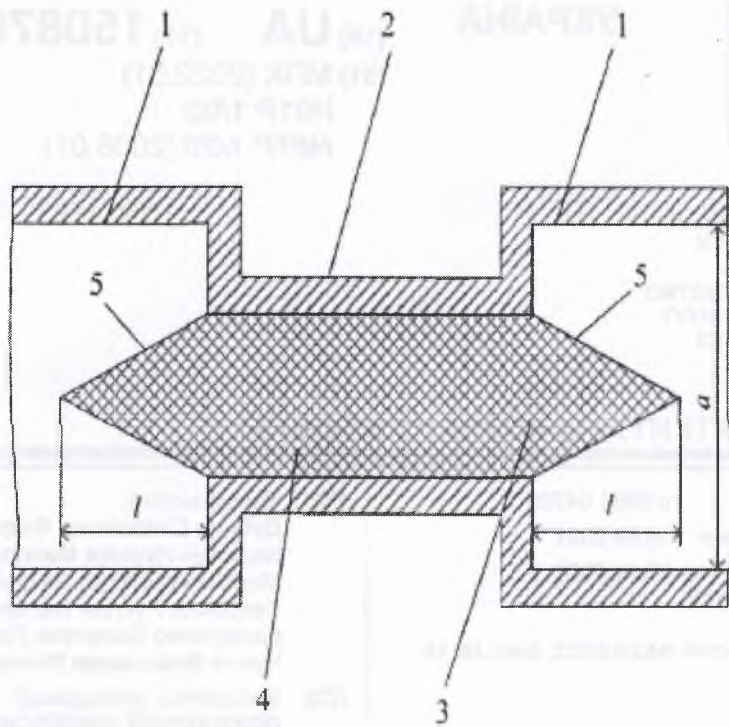
<p>(21) Номер заявки: u 2021 04703</p> <p>(22) Дата подання заявки: 16.08.2021</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 05.05.2022</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 04.05.2022, Бюл.№ 18</p>	<p>(72) Винахідник(и): Дубина Олександр Федорович (UA), Карашук Наталія Миколаївна (UA), Мартинчук Петро Петрович (UA), Петросян Руслан Валерікович (UA), Ципоренко Валентин Григорович (UA), Чухов Владислав Вікторович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005 (UA)</p>
---	--

(54) ХВИЛЕВІДНО-ДІЕЛЕКТРИЧНИЙ ФІЛЬТР

(57) Реферат:

Хвилевідно-діелектричний фільтр, що складається з послідовно з'єднаних двох прямокутних хвилеводів, між якими включено відрізок позамежного хвилеводу з діелектричною вставкою у формі прямокутного паралелепіпеда (у частині позамежного хвилеводу), причому на діелектричній вставці на вході і виході у прямокутні хвилеводи виконано два клиноподібні виступи, що дозволяє розширити смугу пропускання та покращити рівень узгодження даного пристрою шляхом підбору/розрахунку довжини клиноподібних виступів, а також значення відносної діелектричної проникності матеріалу діелектричної вставки.

UA 150870 U



U 078021 AU

Корисна модель належить до пристроїв НВЧ (надвисоких частот) та може бути використана як частотний фільтр, елемент узгодження, чи як резонансне вікно, у передавально-приймальних пристроях телекомунікаційних і радіотехнічних систем [1-4].

5 Відоме використання для створення фільтруючих структур поза межних хвилеводів з різноманітними резонансними елементами [4-7].

Найбільш близьким за принципом дії та конструкцією до запропонованого фільтра є фільтр, який працює на хвилі H_{10} та складається з послідовно з'єднаних двох стандартних хвилеводів, між якими включено відрізок поза межного хвилеводу з відрізком діелектрика у формі прямокутного паралелепіпеда [5, 7] (найближчий аналог).

10 Суттєвим недоліком такого фільтра є не завжди достатнє значення частоти зрізу (для фільтрів верхніх частот), смуги пропускання (для резонансних вікон), рівня узгодження (для фільтрів чи резонансних вікон), чи використання матеріалів з доволі великими значеннями діелектричної проникності (виникнення хвиль вищих типів, іноді нестабільність параметрів фільтра, обумовлена перепадами температури навколишнього середовища).

15 В основу запропонованої корисної моделі поставлено задачу розширення смуги пропускання та покращення рівня узгодження хвилевідно-діелектричного фільтра, побудованого на відрізку поза межного хвилеводу.

Поставлена задача вирішується таким чином: хвилевідно-діелектричний фільтр (ХДФ) складається з послідовно з'єднаних двох стандартних хвилеводів, між якими включено відрізок 20 поза межного хвилеводу з діелектричною вставкою у формі прямокутного паралелепіпеда (у частині поза межного хвилеводу), причому на діелектричній вставці на вході і виході у прямокутні хвилеводи, виконано два клиноподібні виступи, що дозволяє розширити смугу пропускання та покращити рівень узгодження даного пристрою шляхом підбору/розрахунку довжини клиноподібних виступів, а також значення відносної діелектричної проникності матеріалу діелектричної вставки.

25 Суть запропонованої корисної моделі пояснюється представленим графічним зображенням.

На кресленні показано ХДФ, який складається з двох відрізків стандартних хвилеводів 1 (α - розмір широкої стінки хвилеводу), між якими включено відрізок поза межного хвилеводу 2 з діелектричною вставкою 3. Остання, будучи фізично однією деталлю, з геометричної точки зору складається з кількох геометричних фігур, а саме: з діелектричної вставки 3 у формі 30 прямокутного паралелепіпеда 4 (у частині поза межного хвилеводу 2), на торцях якого наявні клиноподібні виступи 5 (у частинах повно розмірних хвилеводів).

Якщо вилучити діелектричну вставку 3, то на частотній залежності КСХ (коефіцієнта стоячої хвилі) буде чітко видно три ділянки: затримки, пропускання та перехідну ділянку між ними. Якщо у поза межний хвилевід встановити відрізок діелектрика у формі прямокутного паралелепіпеда 35 4, то частотна залежність КСХ у цій же смузі частот зміниться: значення КСХ на ділянках затримки та перехідній ділянці суттєво (на порядок) зменшаться. Це буде, якщо значення відносної діелектричної проникності матеріалу діелектричної вставки у формі прямокутного паралелепіпеда 4 буде хоча б на одну десяту більше за одиницю. Якщо ж значення відносної 40 діелектричної проникності матеріалу відрізка 4 буде наближатись хоча б до 2, то частотна залежність КСХ трансформується ще більше: зникають ділянка затримки та перехідна ділянка, і вся частотна залежність КСХ у розглядуваній смузі частот стає осцилюючою. При цьому на ній чітко будуть проглядатись резонанси. Так відбулось тому, що завдяки діелектрику хвилевідна довжина хвилі у відрізку поза межного хвилеводу 2 зменшилась (орієнтовно у корінь квадратний раз зі значення відносної діелектричної проникності матеріалу відрізка 4). Тобто смугу робочих частот розширили і у певних межах узгодили такий фільтр у колишній смузі затримки. Так найчастіше працює аналог. Проте у ряді практичних випадків досягнутого рівня узгодження буде недостатньо, особливо тоді, коли на потрібний частотний відрізок припаде ділянка максимуму 45 КСХ. В силу цього і пропонується доповнити діелектричну вставку у формі прямокутного паралелепіпеда 4 двома клиноподібними виступами 5.

50 За формою це має бути клин, довжиною $\sim \lambda$ (λ - довжина хвилі у хвилеводі 1), а не "ластівчин хвіст", оскільки "втягування" електричного поля хвилі у діелектричній вставці 3 (діелектричний ефект) доцільно плавно розпочати з середини широкої стінки хвилеводу, там, де має місце максимум електричного поля хвилі H_{10} . Таким чином вдається зберегти осцилюючий характер всієї частотної залежності КСХ у розглядуваній смузі частот, але значно покращити 55 рівень узгодження.

Зміна довжини клину l (як подовження, так і укорочення) дозволяє як переміщувати частотну залежність КСХ уздовж вісі частот, досягаючи оптимального узгодження на потрібних частотах (для досліджених зразків КСХ був на рівні 1,08), так і змінювати рівень узгодження - подовження

клин покращує рівень узгодження. Проте надмірне укорочення клину (менше, ніж $\sim \lambda/3$), навпаки, спричиняє погіршення узгодження (КСХ \sim 2,3).

Ще одним ступенем свободи для досягнення потрібного рівня узгодження є підбір значення відносної діелектричної проникності матеріалу діелектричної вставки 3. Примітно, що описані результати досягались навіть для зразків з малими значеннями відносної діелектричної проникності матеріалу діелектричної вставки 3 - від $\sim 1,5$.

Таким чином, коли підібрано довжини клинів, а також значення відносної діелектричної проникності матеріалу діелектричної вставки, спостерігається яскраво виражений діелектричний ефект, що спричиняє суттєву зміну частотної залежності КСХ, особливо на частотній ділянці поза межного режиму роботи (з поза межного на режим передачі), завдяки якому і досягається розширення смуги пропускання та покращення рівня узгодження даного пристрою.

Крім цього, розширення смуги пропускання та покращення рівня узгодження можна змінювати у певних межах, змінюючи довжини клинів.

Джерела інформації:

1. WG11A / WR229/ R40 C-band waveguide filter [Електронний ресурс] / ETL Systems Ltd. - Режим доступу:

<https://www.etlsystems.com/catalogue/rf-components-buy-online-get-instant-quotes/filters/c-band-filters/wg11a/wr229/r40-c-0>

2. Waveguides components [Електронний ресурс] / A - Info. - Режим доступу: <https://www.ainfoinc.com/waveguide-components>

3. Edward F. Kuester Theory of waveguides and transmission lines-Taylor & Francis Group LLC, 2021. - 611 p.

4. Ferran Martin, Lei Zhu, Jiasheng Hong, Francisco Medina Balanced microwave filters-John Wiley & Sons, Inc, 2018. - 688 p.

5. Pierre Jarry, Jacques Beneat Advanced design techniques and realizations of microwave and RF filters-John Wiley & Sons, Inc, 2008. - 377 p.

6. Ильченко М. Е. Электродинамика диэлектрических резонаторов / М. Е. Ильченко, А. А. Трубин. - К.: Наукова думка, 2004. - 267 с.

7. Капилевич Б. Ю. Волноводно-диэлектрические фильтрующие структуры: Справочник / Б. Ю. Капилевич, Е. Р. Трубехин. - М.: Радио и связь, 1990. - 272 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Хвилевідно-діелектричний фільтр, що складається з послідовно з'єднаних двох прямокутних хвилеводів, між якими включено відрізок поза межного хвилеводу з діелектричною вставкою у формі прямокутного паралелепіпеда (у частині поза межного хвилеводу), який **відрізняється** тим, що на діелектричній вставці на вході і виході у прямокутні хвилеводи виконано два клиноподібні виступи, що дозволяє розширити смугу пропускання та покращити рівень узгодження даного пристрою шляхом підбору/розрахунку довжини клиноподібних виступів, а також значення відносної діелектричної проникності матеріалу діелектричної вставки.

