ОПТИМІЗАЦІЯ 90° КОАКСІАЛЬНО-МІКРОСМУЖКОВОГО ПЕРЕХОДУ НА ОСНОВІ КОАКСІАЛЬНОГО РОЗ'ЄМУ ТИПУ SMP

Роман Л. О., Василенко Д. О., Мартинюк С. Є.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

В радіотехнічних системах з'єднання друкованих плат НВЧ для частот до 40 ГГц найчастіше виконують за допомогою коаксіальних ліній передачі. Існують різноманітні варіанти та типорозміри НВЧ кабелів різного ступеню гнучкості, що здатні працювати в широкому діапазоні температур, в складних кліматичних умовах, під дією механічних впливів (вібрації та перевантажень) [1].

З'єднувальні коаксіальні роз'єми мікрохвильового діапазону бувають різних типів, кожен з який має свою гранично максимальну частоту використання [2], [3]. Наприклад, компактний роз'єм типу SMA (*SubMiniature version A)* здатний теоретично працювати до 26.5 ГГц, але на практиці в специфікаціях розробники вказують максимальний КСХН до 18 ГГц [4]. Вимоги до зменшення габаритів сучасної апаратури, а також до спрощення процесів складання та тестування пристроїв посилили увагу розробників до роз'єму типу SMP (*SubMiniature push-on*). Геометричні розміри роз'ємів чітко регламентуються стандартом MIL-STD-348 Rev.B [5]. SMP роз'єми можуть мати 3 різні конструкції [6], які не впливають на електродинамічні характеристики коаксіально-мікросмужкових переходів, але задовольняють всім вимогам сучасних стандартів з точки зору механічної міцності.

З точки зору електродинаміки найкраще узгодження в широкій смузі частот мають співвісні коаксіально-мікросмужкові переходи, коли структури поля і хвильові опори обох типів ліній близькі. Більш проблемними є 90° переходи з коаксіальної лінії на мікросмужкову, коли застосовуються кутові коаксіальні роз'єми, які монтуються на плату в єдиному технологічному циклі разом із іншими компонентами поверхневого монтажу. В цьому випадку електромагнітна хвиля робить різкий поворот на 90°, змінюючи структуру поля з Т на квазі-Т. Процес узгодження для мінімізації втрат на відбиття і усунення ефектів багатократного перевідбиття хвилі в НВЧ трактах є важливим етапом розробки та оптимізації НВЧ плат на частотах вище 5 ГГц.

Відсутність детальних креслень, необхідних для побудови точних електродинамічних моделей, широкий вибір НВЧ матеріалів для друкованих плат різних товщин, посилюють роль моделювання роз'ємів та відповідних посадкових місць. На частотах вище 5 ГГц необхідність моделювання посадкового місця посилюється через збільшення впливу паразитних реактивностей в місці різкого повороту ліній.

Для отримання працездатних електродинамічних моделей переходів, пропонується наступний алгоритм:

1) створення тривимірної електродинамічної моделі роз’єму;

2) оптимізація конфігурації посадкового місця на друкованій платі, створення електродинамічної моделі тестової друкованої плати разом із лінією;

3) виготовлення тестової плати, верифікація моделі.

В роботі розглянуто оптимізація конфігурації посадкового місця для роз’єму фірми Radiall — R222428000 (50 Ом) для частоти — 9,5 ГГц із шириною робочої смуги частот 600МГц.

Першим етапом в пакеті тривимірного електродинамічного моделювання створено точну габаритну модель роз’єму. Для збудження роз'єму окремо було додано відповідну частину (female) у вигляді коаксіальної лінії із імпедансом 50 Ом (Рис. 1).

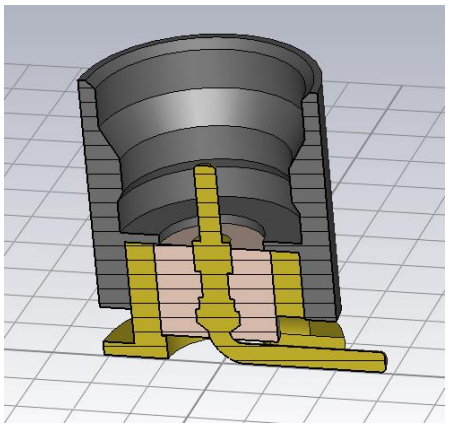

Рисунок 1. Тривимірна електродинамічна модель роз’єму R222428000.

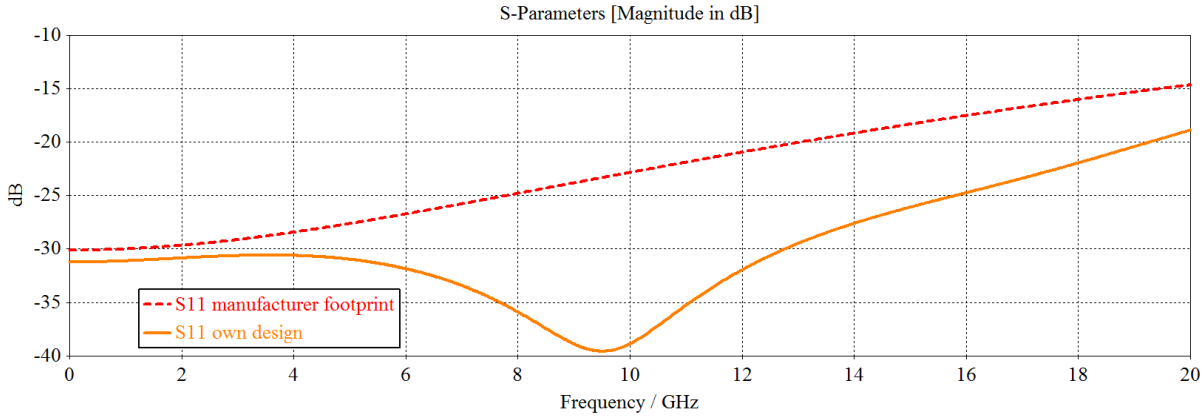

Рисунок 2. Вхідний коефіцієнт відбиття моделі роз’єму SMP із різними посадковими місцями

На рис. 5 представлені габаритні розміри оптимізованого в даній роботі посадкового місця 90° SMP роз’єму.

Результати моделювання такого кутового SMP роз’єму для посадкового місця, виконаного на діедектричній підкладці RO4350B із товщиною

0,254mm в порівняння із моделлю варіант, що надав розробник в специфікації наведено на Рис. 2.

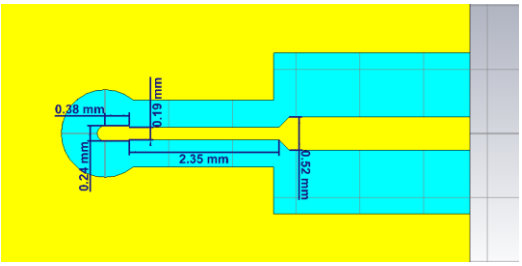

Рисунок 3. Габаритні розміри оптимізованого посадкового місця

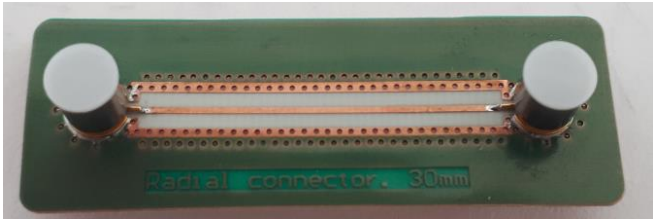

Рисунок 4. Фото виготовленої тестової плати

Для перевірки моделювання було розроблено тестовий зразок, рис. 3.

Виготовлено 2 варіанти тестової плати на фольгованому діелектричному матеріалі RO4350B 0,254mm та 0,508mm. Між двома роз'ємами мікросмужкова лінія довжиною 30мм. Ширина мікросмужки — 0,52мм та 1,1мм для плати 0,254 мм та 0,508 мм відповідно.

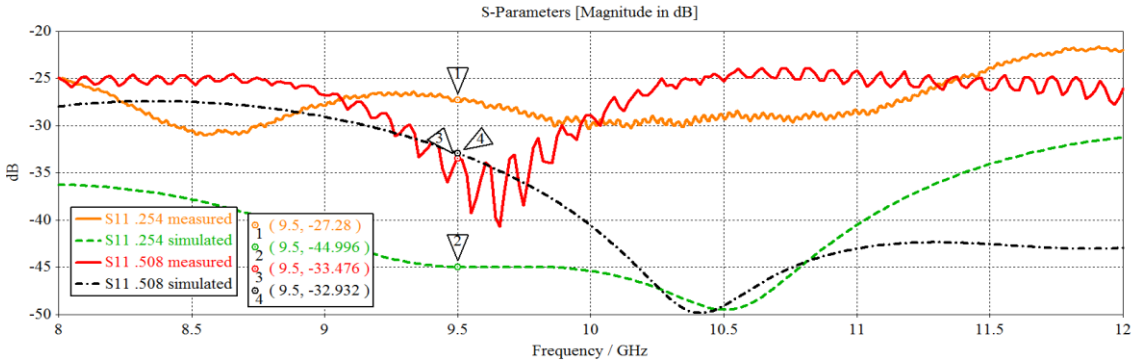

Рисунок 5. Результат вимірювання тестового зразка. Вхідний коефіцієнт відбиття.

Виміряні характеристики S-параметрів представлені на рис. 5. Видно, що запропонований алгоритм дозволяє значно покращити характеристики відбиття кутових НВЧ переходів.

Перелік посилань

1. RF Cable Assemblies [Електронний ресурс] // Radiall – Режим доступу до ресурсу: https://www.radiall.com/media/RFCableAssembliesNavigator.pdf.

2. Choosing the Right RF Coaxial Cable Assembly for Your Application [Електронний ресурс] // Mini-Circuit. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://blog.minicircuits.com/choosing-the-right-rf-coaxial-cable-assembly-for-your-application/.

3. Microwave Coaxial Connector Technology: A continuing evolution [Електронний ресурс] // Maury Microwave Corporation. – 2005. – Режим доступу до ресурсу: https://www.maurymw.com/pdf/datasheets/5A-021.pdf.

4. SMA Connectros [Електронний ресурс] // Amphenol RF – Режим доступу до ресурсу: https://www.amphenolrf.com/connectors/sma-connectors.html.

5. MIL-STD-348 Rev. B [Електронний ресурс] // Performance specification for radio frequency coaxial, triaxial, and twinaxial connectors and interfaces. – 2009.

6. What are SMP Connectors? [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://www.everythingrf.com/community/what-are-smp-connectors.