

ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОСМУЖКОВИХ СПРЯМОВАНИХ ВІДГАЛУЖУВАЧІВ НА ЗВ'ЯЗАНИХ ЛІНІЯХ ПЕРЕДАЧ

Пристрої НВЧ на основі мікросмужкових ліній передач (МСЛП) широко використовуються в системах радіолокації, радіонавігації, телекомунікації та ін. завдяки малим габаритам та масі, високій надійності та низькій собівартості. В залежності від призначення та вимог, що висуваються, варіюється і топологія пристроїв НВЧ. Так, наприклад, введення щілини до екрануючого шару конструкції МСЛП дозволяє вирівняти ефективні діелектричні проникності парної $\epsilon_{\text{эф}oe}$ та непарної $\epsilon_{\text{эф}oo}$ хвиль, підсилює електричний зв'язок між сусідніми резонаторами [1]. Однак характеристики пристроїв на МСЛП дуже чутливі до змін геометричних розмірів їх елементів [2].

На сьогоднішній день існує значна кількість систем автоматизованого проектування (САПР) НВЧ пристроїв (Microwave Office, HFSS, FEKO та ін.), які дозволяють формувати топологію та схему пристроїв, проводити електромагнітний аналіз та оптимізацію, отримувати вихідні характеристики у графічному та табличному виглядах. Однак жодна з цих САПР не дозволяє виявити вплив неоднорідностей топології на вихідні характеристики пристроїв, виміряти їх ємності. А наявні аналітичні формули розрахунку ємності неоднорідності лінії, виконаної за мікросмужковою технологією, не дозволяють аналізувати топологію пристрою цілому та врахувати наявність декількох ідентичних або різних неоднорідностей водночас.

Метою даної роботи є виявлення зміни ємності неоднорідностей топологій спрямованого відгалуджувача на мікросмужкових лініях передач при внесенні щілини до екрануючого шару.

Область неоднорідності в мікросмужковій лінії призводить до зміни електричного поля, тобто до появи еквівалентної ємності, яка, при квазістатичному моделюванні, визначається надлишковими зарядами [2].

Розрахунок поверхневих зарядів на мікросмужках, що утворюють неоднорідність, проводиться виходячи з рівняння:

$$\varphi(r_p) = \int_{S_n} G(r_p, r_q) \cdot \sigma(r_q) ds_q = U ,$$

¹ аспірант каф. ІТЕЗ, ЗНТУ

де $\sigma(r_q)$ – розподілення щільності заряду на поверхні S_{Π} провідників із заданим значенням потенціала U ; $G(r_p, r_q)$ – функція Гріна краєвої задачі або потенціал, наведений у точці спостереження p зарядом, розташованим у точці q .

Еквівалентна ємність неоднорідності розраховується за співвідношенням [3]:

$$C_i = \frac{1}{\phi_i} \sum_{n=1}^{N_i} \sum_{m=1}^{M_i} (\sigma_{nm} - \sigma_{0nm}) s_{nm},$$

де ϕ_i – потенціал i -ї смужки; N_i – число ділянок, на які поділена смужка L_i вздовж; M_i – число ділянок, на які поділена смужка шириною w_i впоперек; s_{nm} – площа nm -ої ділянки; σ_{nm} – поверхневий заряд у центрі nm -ої ділянки; σ_{0nm} – поверхневий заряд у центрі m -ої ділянки, рівновіддаленого від кінців смужки.

На основі наведених рівнянь було проведено автоматизований розрахунок ємностей неоднорідностей топології спрямованого відгалужувача на зв'язаних мікросмужкових лініях з отвором в екранувальному шарі та без отвору. У розрахунках використовується діелектрична проникність підложки; її заміна на ефективну діелектричну проникність, розраховану у квазідинамічному наближенні, дає можливість аналізувати частотні зміни ємності неоднорідностей. Таким чином можливо розрахувати параметри розсіювання спрямованого відгалужувача з урахуванням неоднорідностей топології у квазідинамічному наближенні.

Список літератури

1. M. del Castillo Velazquez-Ahumada. Parallel coupled microstrip filters with ground-plane aperture for spurious band suppression and enhanced coupling [Текст] / M. del Castillo Velazquez-Ahumada, J. Martel, F. Medina // IEEE IEEE trans. on microwave theory and techniques. – 2004. – V. 52 – № 3. – Р. 1082–1086.
2. Гупта К. Машинное проектирование СВЧ устройств [Текст] / К. Гупта, Р. Гадж , Р. Чадха. Пер.с англ. – М. Радио и связь, 1987. –432 с.: ил.
3. Карпуков Л.М. Проектирование полосковых плат в автоматизированной системе анализа микрополосковых интегральных схем (САМИС) [Текст] / Л.М. Карпуков, Л.В. Кузьмина // – Запорожье, 1984. – 6 с. Рус. – Деп. в УкрНИИ-НТИ 12.05.84, №1050 Ук-84.