

ДИСКРЕТНИЙ ПРОХІДНИЙ ФАЗОЗСУВАЧ ІЗ ФАЗОВИМ ЗСУВОМ 180 ГРАДУСІВ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»;

Анотація

Була розглянута можливість створювати широкопasmові дискретні фазозсувачі на перемиканні відрізків ЛППД та ЛПОД.

Ключові слова: фазозсувач, диференційний фазовий зсув, фазована антенна решітка, $p-i-n$ -діод.

Abstract

The possibility of creating broadband discrete phase shifters on the switching of LPD and LPOD segments was considered

Keywords: phase shifter, differential phase shift, phased array antenna, $p-i-n$ diode.

Вступ

Фазозсувач – елемент НВЧ-тракта, що призначений для забезпечення зсуву фази відбитої або прохідної хвилі. Зсув фази відбувається за рахунок зовнішньої керуючої дії (напруги, струму або магнітного поля). Фазозсувачі широко використовують в фазованих антенних решітках [1-9].

У НВЧ-фазообертачі із фазовим зсувом 180° , що зроблений на відрізках, що перемикаються, для перемикавання використовуються ключі на $p-i-n$ -діодах. Фазозсувач виконаний по схемі рис. 1. Відрізок ЛПОД виконаний у вигляді двох каскадно-з'єднаних T -подібних комірок, в якості ЛППД використовується відрізок копланарної лінії передачі із розподіленими параметрами. Лінії утворені двома шарами металізації товщиною 15 мкм, розділених шаром діелектрика з $\epsilon r = 10.2$ та товщиною 60 мкм.

Результати дослідження

Хвильовий опір обох ліній обраний рівним 50 Ом. Для доданку, що керує напругою до $p-i-n$ -діодам використовувались кола подачі зсуву на елементах із зосередженими параметрами (рис. 1).

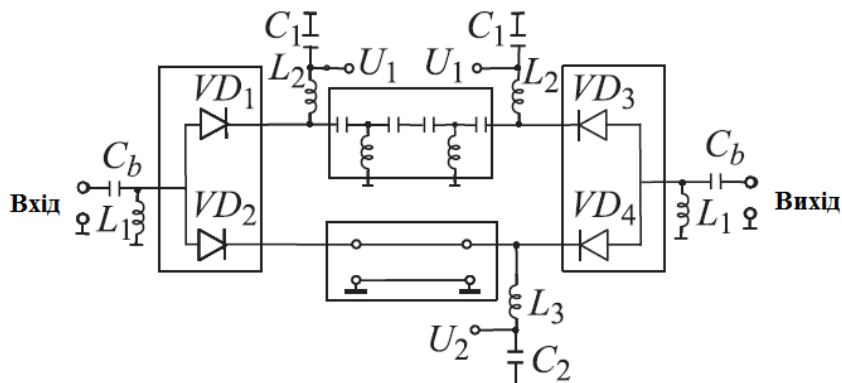


Рис. 1. Коло подачі зсуву

Пристрій виготовляється за багат шаровою товстоплівковою технологією на підложці з полікора товщиною 1мм в якості носійної основи. У конструкції використовувались навесні $p-i-n$ -діоди та навесні елементи кіл подачі зсуву. Габаритні розміри інтегральної схеми фазозсувач складають $21 \times 14 \times 1.1$ мм. У складі ЛПОД використовуються плоско-паралельні конденсатори, електроди яких розміщуються один над одним у двох провідних шарах. Відрізки ліній, що реалізують індуктивності ЛПОД, розміщені в нижньому шарі металізації та з'єднані за допомогою перехідних металізованих отворів із заземленим екраном копланарної структури, що розташований у верхньому шарі. Відрізок копланарного хвилеводу, що відіграє роль ЛППД, також розміщується у верхньому шарі металізації.

Дослідні фазо-частотні характеристики подані на рис. 2. Робоча смуга частот дослідного зразка фазозсувача обмежена значеннями 2.0–3.6 ГГц. В цій смузі частот виміряне значення фазового зсуву складає $180 \pm 7^\circ$, коефіцієнт відбиття — 14 дБ, внесені втрати не перевищують 0.75 дБ.

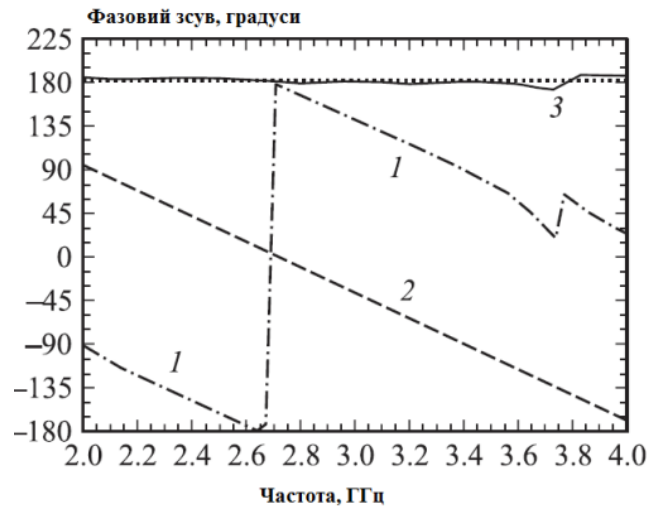


Рис. 2. Залежність фазового зсуву від частоти

У дискретних прохідних фазозсувачах звичайно необхідно отримати декілька різних фазових станів. Це досягається використанням каскадної схеми включення односходникових фазозсувачах, кожен з яких забезпечує визначений фазовий зсув. Мінімальний стрибок фази 1ϕ називають дискретом фазового зсуву. Для отримання p різних фазових станів, що відстають один від одного на дискрет фазового зсуву та забезпечуючих зміну фази у межах від 0 до 360° , необхідно з'єднати каскадно m односходникових фазозсувачах, що називаються розрядами прохідного фазозсувача.

Висновки

Таким чином, бачимо що на перемиканні відрізків ЛППД та ЛПОД можна створювати широкопasmові дискретні фазозсувачі із малою похибкою фазового зсуву. Робоча смуга частот, що визначається за мінімумом помилки фазового зсуву, максимальна за рівності електричних довжин відрізків ЛППД та ЛПОД за абсолютною величиною на центральній частоті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chen P. Y. Terahertz antenna phase shifters using integrally-gated graphene transmission-lines / P. Y. Chen, C. Argyropoulos, A. Alu // IEEE Transactions on antennas and propagation. - 2013. – Vol. 61, No. 4 - P. 1528-1537. DOI: 10.1109/TAP.2012.2220327.
2. Goelden F. Tunable liquid crystal phase shifter for microwave frequencies / F. Goelden, A. Gaebler, M. Goebel, A. Manabe, S. Mueller, R. Jakoby // Electronics Letters, 26 June 2009. – Vol. 45, No. 13. - P. 686-687. DOI: 10.1049/EL.2009.1168.

3. Carignan L. P. Moldable polymer/ferrite composite and application to an integrated CPW tunable phase shifter / L. P. Carignan, T. Kodera, D. Menard et al // IEEE Microwave and Wireless Components Letters. - 2009. - Vol. 19. - No. 4. - P. 206-208.

4. Rangra K. J. One bit distributed X-band phase shifter design based on RF MEMS switches / K. J. Rangra, P. Pilani Debnath. // Physics of Semiconductor Devices IWPSD 2007 Proceedings. - 2007. - P. 725 – 728.

5. Пільтяй С.І. Вплив випадкових помилок на діаграму спрямованості нееквідистантних решіток /С.І. Пільтяй, А.В. Булашенко // Матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: Сумський державний університет, 2020. — С. 78 –79.

6. Булашенко А.В. Вибір типу опромінювачів ФАР / А. В. Булашенко // Науково-методична конференція викладачів, співробітників і студентів: тези доповідей, 23 квітня 2009 року / Відп. за вип. Т.М. Гричановська. - Суми : СумДУ, 2009. - Ч.1. - С. 58-60.

7. Пільтяй С.І. Широкозмуговий фазозсувач, навантажений закороченою лінією Т-подібної форми / С.І. Пільтяй, А.В. Булашенко // Матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: Сумський державний університет, 2020. — С. 100 –101.

8. Булашенко А.В. Мікрохвильовий фазозсувач із коефіцієнтом перекриття за частотою 3:1 / А.В. Булашенко, С.І. Пільтяй// Матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: Сумський державний університет, 2020. — С. 86 –87.

9. Булашенко А.В. Інтегрований хвилевідний фазозсувач на основі індуктивних штирів/ А.В. Булашенко. С.І. Пільтяй // Матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: Сумський державний університет, 2020. — С. 82 –83.

Пільтяй Степан Іванович — к.т.н., доцент кафедри теоретичних основ радіотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ;

Черноусов Максим Андрійович — студент групи РС-71, радіотехнічного факультету, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, e-mail: maxyami2@gmail.com.

Piltyay Stepan I. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Theoretical Foundations of Radio Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv;

Chernousov Maxim A. — Student of the Radio Engineering Faculty, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: maxyami2@gmail.com.