

비대칭 45° Schiffman 위상 천이기

채동규 · 임문혁 · 김동현 · 윤기완

한국정보통신대학교

Asymmetric 45° Schiffman Phase Shifter (PS)

Dongkyu Chai · Munhyuk Yim · Donghyun Kim · Giwan Yoon

Information and Communications University

E-mail : khshh@weppy.com

요 약

커플링 수가 1개이고, 2.3GHz에서 사용할 수 있는 새로운 45° Schiffman 위상 천이기가 측정 결과와 함께 제시되었다. 제안한 테플론 기반 위상 천이기는 기존의 Schiffman 위상 천이기에 비해 더 작은 면적과 저 비용으로 제작할 수 있다. 이외에도 제작된 위상 천이기의 특성들이 추출되었고 또한 비교되었다. 제안한 위상 천이기는 특히 장래 2.3GHz 무선 응용에 유용할 것으로 보인다.

ABSTRACT

Novel asymmetric 45° Schiffman phase shifter having 1-coupling for 2.3GHz applications is presented along with measurement results. The proposed phase shifter with a Teflon substrate is fabricated in a smaller area and cost-effective way as compared to the conventional Schiffman phase shifter. In addition, the characteristics of the fabricated phase shifter is extracted and compared. The proposed phase shifter seems useful particularly for the future 2.3GHz wireless applications.

키워드

Phase shifter, Teflon, insertion loss, return loss

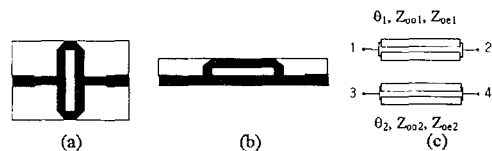
I. 서 론

마이크로 스트립 라인 위상 천이기는 주로 위상 배열 안테나 시스템에서 사용 되었다[1][2]. 마이크로 스트립 라인을 이용한 위상 천이기의 대표적인 예는 Schiffman 위상 천이기인데, 특정한 위상의 위상 천이기와 기준 위상 천이기 사이의 각도 차를 이용한 것이다.

본 논문에서는 2.3GHz용, 1 커플링, 비대칭 위상 천이기를 소개한다. 제안한 필터는 테플론을 이용하여 설계, 제작 및 측정되었다. 제안한 위상 천이기는 기존의 Schiffman 위상 천이기 [3][4]에 비해 성능 저하 없이 크기를 50%로 줄일 수 있다. 그러므로 소형화가 중요한 MMIC와 같은 공정에서는 매우 유용하다.

II. 커플링 구조 위상 천이기

그림 1은 기존의 위상 천이기 (a)와 제안한 위상 천이기 (b), 그리고 (b)의 등가회로를 (c)에 관한 설명이다[5][6]. 제안한 위상 천이기는 커플링이 옆으로 배치되어 있어서 기존 위상 천이기 (b) 크기의 반이다.



(a) 기존 위상 천이기 (b) 제안한 위상 천이기 (c) 제안한 위상 천이기의 등가 회로
그림 1. Schiffman 위상 천이기의 크기 비교:

만약 임피던스 비 (impedance ratio)가 식 (1) 과 같이 정의된다면 위상($\Delta\phi$)은 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$R = \frac{Z_{oe}}{Z_{oo}} \quad (1)$$

$$\Delta\phi = \pm \left[\cos^{-1} \left(\frac{R_{P2} - \tan^2 \theta_2}{R_{P2} + \tan^2 \theta_2} \right) - \cos^{-1} \left(\frac{R_{P1} - \tan^2 \theta_1}{R_{P1} + \tan^2 \theta_1} \right) \right] \quad (2)$$

Where $R_{P1} = R_1^2 \frac{Z_{oe1}}{Z_{oo1}}$, $R_{P2} = R_2^2 \frac{Z_{oe2}}{Z_{oo2}}$.

45° ($\Delta\phi=45^\circ$) 위상 천이를 얻기 위한 커플링 부분에서의 전기적 길이는 식 (2)로부터 식 (3)을 유도할 수 있다.

$$\theta_2 = \tan^{-1} \sqrt{\frac{[(2\sqrt{2}-1)\tan^2 \theta_1 - R_{P1}]R_{P2}}{(2\sqrt{2}+1)R_{P1} + \tan^2 \theta_1}} \quad (3)$$

만약 $\theta_1 > \theta_2$ 이라면 $\Delta\phi$ 의 부호는 음이 될 것이고, $\theta_1 < \theta_2$ 이라면 $\Delta\phi$ 의 부호는 양이 될 것이다.

III. 설계, 측정 및 비교

설계에 사용한 테플론은 CGP-502E 계열로서 상대 유전율은 2.5, 손실 탄젠트는 10GHz에서 0.0025, 두께는 500um이다. 아래층과 위층은 두께가 각각 18 um인 금으로 하였다. 아래층은 접지면, 위층은 마이크로 스트립 라인 역할을 하고 금과 금 사이에는 테플론이 위치한다. 그림 2는 제안한 45° 위상 천이기와 기준 위상 천이기의 top-view를 설명한 것이다. 50 옴 매칭을 위한 입/출력단의 폭은 1.4mm이고, 위상차는 커플링 길이인 L1과 L2를 변화 시킴으로써 얻을 수 있다. 그림 3은 실제 제작한 위상 천이기를 사진으로 찍은 것이다.

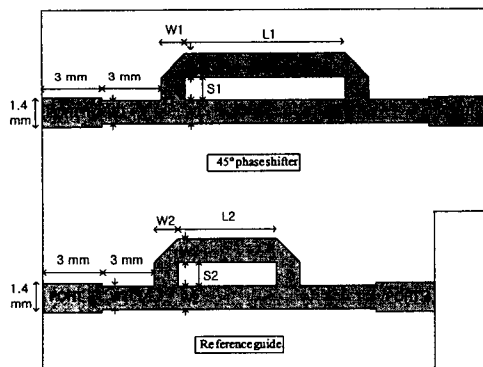


그림 2. 제안한 45° 위상 천이기와 기준 위상 천이기의 Top-view: S1=0.2, S2=0.1, W1=0.3,

W2=1.5, L1=57, and L2=41.9mm



그림 3. 위상 천이기의 사진

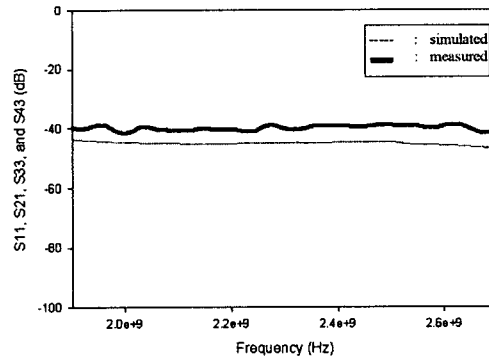


그림 4. 위상 특성

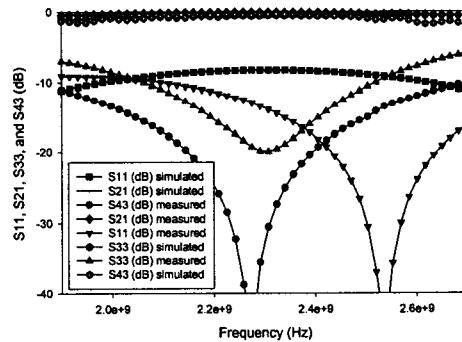


그림 5. 제안한 위상 천이기의 삽입 손실 및 반사 손실

그림 4는 시뮬레이션 및 측정된 위상 특성을 하나의 그래프에 도시한 것이다. 2.3GHz에서 45° 위상 천이기를 설계하였지만 측정 결과는 40°이어서 위상 오차가 5°에 달하지만 대체로 평탄한 특성을 보이고 있다. 한편 그림 5는 시뮬레이션 및 측정된 위상 천이기의 삽입 손실 및 반사 손실을 1.9GHz~2.7GHz 범위에서 도시한 것이다. 이 범위에서 삽입 손실은 1 dB 이하임을 알 수 있다.

IV. 결과

본 논문에서는 2.3 GHz용 Schiffman 위상 천

이기를 테플론 기반에서 설계 및 측정하였다. 커플링을 옆으로 배치함으로써 기존 Schiffman 위상 천이기보다 크기를 50%로 줄일 수 있었다. 측정 결과는 시뮬레이션 결과와 대체로 일치한다고 볼 수 있다.

참고문헌

- [1] A. Kozyrev, V. Osadchy, A. Pavlov, and L. Sengupta, "Application of ferroelectrics in phase shifter design", IEEE MTT-S Int., Microwave Symp. Dig., pp. 1355-1358, 2000
- [2] S. R. Kumar, M. S. Leong, and P. S. Kooi, "Single FET loaded-line phase shifter configuration", Electron. Lett., vol. 34, no. 4, pp. 379-381, 1997
- [3] Y. C. Leong and S. Weinreb, "Novel technique of phase velocity equalization for microstrip coupled-line phase shifters", IEEE MTT-S Int., Microwave Symp. Dig., pp. 1453-1456, 2000
- [4] E. Voges, K. Kuckelhaus, and B. Hosselbarth, "True time delay integrated optical RF phase shifters in lithium niobate", Electron. Lett., vol. 33, no. 23, pp. 1950-1951, 1997
- [5] J. L. R. Quirarte and J. P. Starkski, "Novel Schiffman phase shifters", IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 41, no. 1, pp. 9-14, 1997
- [6] J. L. R. Quirarte and J. P. Starkski, "Synthesis of Schiffman Phase Shifters", IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 39, no. 11, pp. 1885-1889, 1991