

# CPW Spiral 공진기를 이용한 발진기 설계

구자경\*, 임종식\*, 안달\*  
 \*순천향대학교 전기통신공학과  
 email: tigerjk999@nate.com

## Design of An Oscillator Using CPW Spiral Resonator

Jakyung Koo\*, Jongsik Lim\*, Dal Ahn\*

\*Dept. of Elec. and Comm. Eng., SOONCHUNHYANG University

### 요 약

본 논문은 CPW 맴돌이형 공진기를 이용하여 설계한 발진기에 대하여 기술한다. 제안된 CPW 맴돌이형 공진기는 CPW 선로 주변과 접지면 사이에 다수개의 맴돌이 구조를 포함한다. 맴돌이형 공진기는 평면형 구조에서 비교적 높은 Q 값을 가지고 있기 때문에, 발진기의 출력뿐만 아니라, 위상 잡음 개선에도 좋은 영향을 끼친다. 또한 평면형 전송선로 구조이므로 마이크로스트립은 물론 CPW 구조로도 설계가 가능하다. 설계한 발진기를 실제로 측정하여 6.54GHz에서 3.98dBm의 출력 특성과 -118.1dBc/Hz @1MHz의 위상잡음 특성을 얻었다.

### 1. 머리말

RF 시스템에서 일반적으로 사용되어 오던 microstrip 구조는 여러 가지 제약적인 요소를 지니고 있어서 밀리미터파 영역에서 안정적인 신호 전송을 목적으로 대안하는 CPW(Coplanar Waveguide) 구조가 제시되고 있다. 밀리미터파 대역에서 안정적으로 신호를 전송할 수 있는 CPW 구조는 접지면과 신호선이 같은 평면에 있기 때문에 SMT(Surface Mount Technology)공정 등의 패키징 기법으로 RF 회로 모듈의 구현이 가능하고, 비아 홀 등이 필요 없으므로 공정이 간단하다. 또한 방사손실이 적으므로 신호선의 기생성분을 제거할 수 있는 수동소자 및 능동소자의 집적화가 가능하고, 모듈을 소형화, 경량화 할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 위상 잡음 개선을 위한 spiral 공진기를 이용한 CPW 발진기를 제안하였다. RT/Duroid 6010의 기판을 사용하였고,  $\epsilon_r=10.2$ ,  $H=0.504\text{mm}$ 인 값을 가지며, 트랜지스터는 Fujitsu社의 HEMT 소자인 FHX35LG를 이용하였다.

### 2. 공진기 설계

그림 1에서는 spiral 공진기 형태를 보여주고 있다[1]. 그림 1의 공진기 형태가 본 논문에서 제안하고자 하는 spiral 공진기이다. 중간 선로와 접지 사이의 gap의 폭은 모두  $50\Omega$ 으로 1.66mm 와 0.5mm로 계산되었다.

5700MHz에서의 전달 특성이 최대한의 음수 값을 갖기 위하여 length와 width를 조절하여 simulation을 실행하였다.

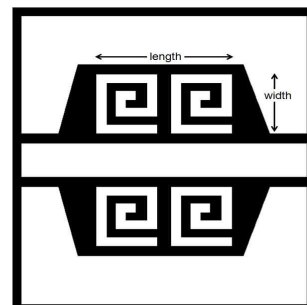
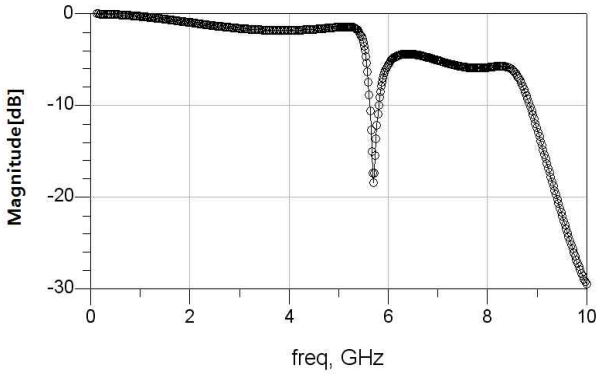


그림 1. Spiral 공진기의 layout  
 (length = 5.6mm, width = 2.8 mm)

그림 2는 그림 1의 공진기 EM-simulation 결과 값이다. Simulation 결과 값에서 볼 수 있듯이 본 논문

에서 제안한 spiral 공진기의 전달 특성이 협대역으로 나타났다. 이것을 토대로 공진기의 Q 값이 높다고 할 수 있고, 이것은 공진기의 높은 Q 특성으로 인하여 설계 될 발진기의 전체적인 성능에 영향을 끼치게 되어, 출력 특성 및 위상 잡음 개선에 수행 능력이 우수하다고 할 수 있다[2]-[4].



EM-simulated , dB(S(2,1))

그림 2. Spiral 공진기의 EM-simulation 결과 값

### 3. 발진기 설계

그림 3은 spiral 공진기를 이용한 CPW 발진기의 layout을 나타내고 있다. 발진 초기 조건 즉,  $R_{IN} + X_{IN} < 0$ ,  $R_{OUT} + X_{OUT} = 0$ 을 만족시키기 위해 5700MHz에서 가장 불안한 동작을 하기 위한 소스단에 길이를 갖는 라인을 추가함으로써, 부성 저항의 특성을 얻을 수 있었다. 이때의 사용된 트랜지스터로는 Fujitsu社의 HEMT 소자인 FHX35LG를 이용하였고, 이때의 바이어스 조건은  $V_{ds}=3V$ ,  $I_{ds}=15mA$ 를 사용하였다.

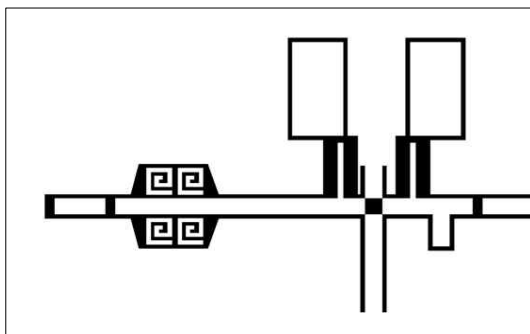


그림 3. CPW 발진기 layout

### 4. 측정 결과

그림 4는 실제 제작된 CPW 발진기 모습이다.

Agilent社의 E4440A PSA Series Spectrum Analyzer로부터 측정 된 발진 주파수의 출력 전력이 그림 5에 나타났고, 그림 6은 발진기의 하모닉 특성을 나타내었다.

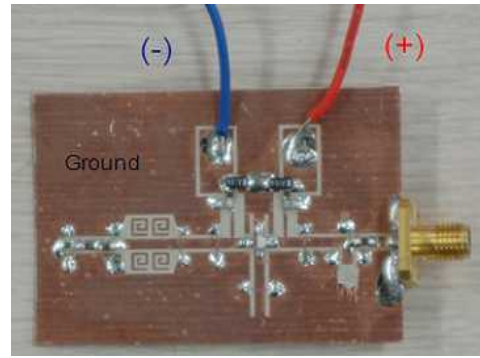


그림 4. 제작된 CPW 발진기

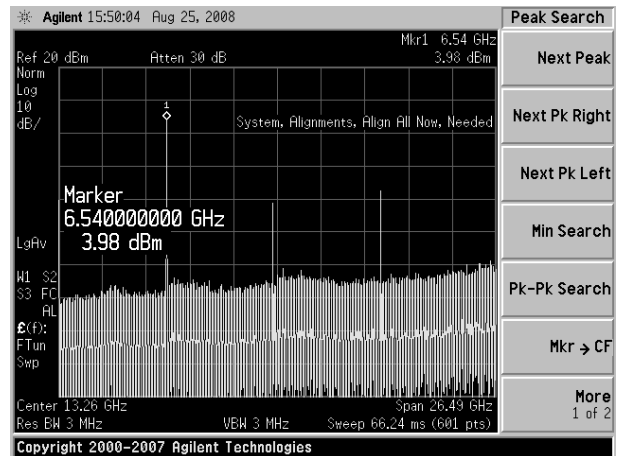


그림 5. 발진 주파수의 출력 특성

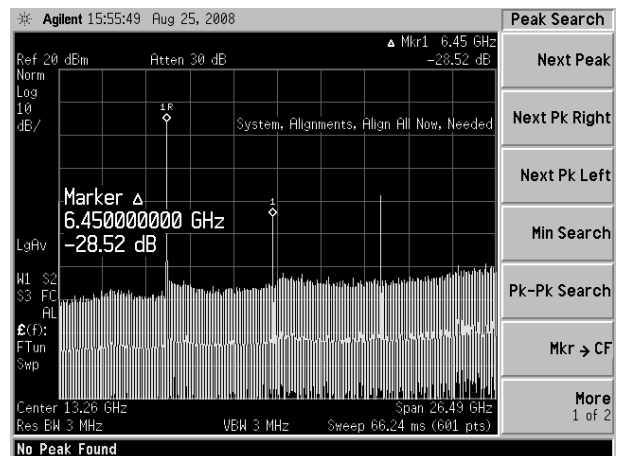


그림 6. 하모닉 특성

첫 번째 발진 주파수 6.54GHz에서 3.98 dBm의 출력 값을 나타내었다. 하모닉 억압 특성으로 12.99GHz에서 -28.52 dBc의 출력 값을 나타내었고, 이 때 바이어스 조건은  $V_{ds}=3V$ ,  $I_{ds}=15mA$ 로 측정 되었다.

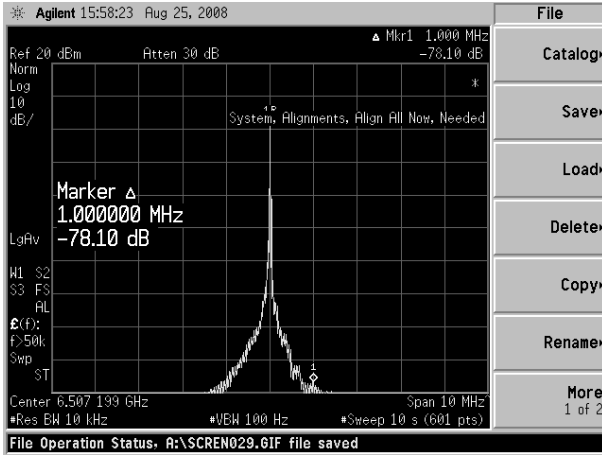


그림 7. 측정된 위상 잡음 특성

측정된 데이터로부터 계산한 결과, 1MHz offset에서 -118.1 dBc/Hz의 위상잡음을 가진 것으로 계산되었다.

#### 4. 맺음말

본 논문에서는 spiral 공진기를 이용하여 5700MHz 주파수용 CPW 발진기를 설계 하였다. 제작한 spiral 공진기를 이용한 CPW 발진기는 6.54GHz에서 3.98 dBm의 출력 값을 나타내었다. 하모닉 억압 특성으로 12.99GHz에서 -28.52 dBc의 출력 값을 나타내었고, 위상 잡음은 -118.1 dBc/Hz @1MHz로 측정되었다.

#### 참고문헌

[1] Y. T. Lee, J. S. Lim, C. S. Kim, D. Ahn, and S. Nam, "A Compact-Size Microstrip Spiral Resonator and Its Application to Microwave Oscillator," *IEEE Microw. Wireless Compon. Lett.*, vol. 12, pp. 375-377, 2002.

[2] Cheol Gyu Hwang, Noh Hoon Myung, "Novel Methods for Phase Noise Reduction and Harmonic Suppression in a Planar Oscillator Circuit Based on Planar Helical Resonators,"

*Proceedings of 36th EUMC*, pp. 1438-1441, Sep. 2006.

[3] J. Lee, Y. T. Lee, and S. Nam, "A Phase Noise Reduction Technique in Microwave Oscillator Using High-Q Active Filter," *IEEE Microw. Wireless Compon. Lett.*, vol. 12, pp. 426-428, 2002.

[4] Y. T. Lee, J. S. Lim, J. S. Park, D. Ahn, and S. Nam, "A Novel Phase Noise Reduction Technique in Oscillator Using Defected Ground Structure," *IEEE Microw. Wireless Compon. Lett.*, vol. 9, pp. 407-409, Oct. 1999.