

나선형 공진기를 이용한 고출력 발진기 설계

구자경, 이 준, 임종식, 안 달
 순천향대학교 전기통신공학과
 e-mail : tigerjk999@nate.com

Design of A Power Oscillator Using Spiral Resonator

Jakyung Koo, Jun Lee, Jongsik Lim and Dal Ahn
 Department of Electrical and Communication Engineering, Soonchunhyang
 University

요 약

본 논문에서는 NE6510179A 트랜지스터를 사용하고, 나선형 공진기를 이용하여 단일 고출력 발진기를 설계 측정하였다. 발진기의 출력과 주파수 선택을 공진기가 결정하므로, 공진기중에 Q값이 높은 나선형 공진기를 선택하였다. 이를 ADS Momentum을 이용하여 설계하여 제작 및 측정을 하였다. 이 때 측정된 단일 고출력 발진기의 성능은 22.61dBm @ 1.74GHz로 측정되었고, 위상잡음은 -146.76dBc/Hz @ 1MHz offset으로 측정 되었다.

1. 서론

종래의 RF 마이크로웨이브 발진기들은 아주 작은 밀리와트에서 수백 밀리와트까지 비교적 낮은 출력을 나타내었다. 각각의 낮은 출력 전력은 전력 증폭기단에 연결된다[1].

위상 잡음면에서, 공동공진기를 이용한 발진기는 대체적으로 낮은 위상잡음을 가졌다. 그러나 면적이 커지는 단점과, PCB상 제작의 어려움을 가지게 되었다. 하지만 최근 MEMS(Micro ElectroMechanical System)와 같은 기술이 발전함에 따라서 높은 Q값은 공진기와 면적이 작아지는 효과를 가져 오게 되었다. 그러나 MEMS를 바탕으로 제작하는 발진기는 높은 비용과 제작 기술의 문제들을 가지게 된다[2],[3].

본 논문에서는 PCB상으로 제작할 수 있는 공진기의 형태중에 높은 Q값을 가지는 나선형 공진기를 이용하여 고출력 RF 발진기 설계에 관하여 기술하고 있다. 설계에 관련하여 사용된 프로그램은 Agilent사의 ADS2008을 사용하여 설계를 하였다.

2. 나선형 공진기의 설계

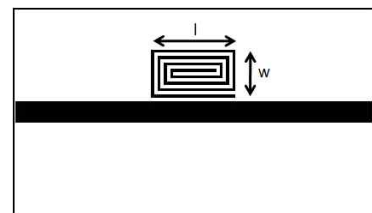
공진이란 특정 주파수의 선택 특성을 의미하므로 얼마나 날카롭게 떨어지는 주파수 특성을 보이느냐에 따라서 주파수 선택을 의미하는 지표인 Q값이 달라진다.

공진 특성이 날카롭게 떨어질수록 3dB 대역폭은 좁아지고, 결국 Q 값은 커지게 된다. 이것은 소위 회로 Q라고 해서 회로에서의 대역폭과 관련된 개념이다. Q가 낮으면 대역폭이 넓다는 의미이고 높으면 협대역의 의

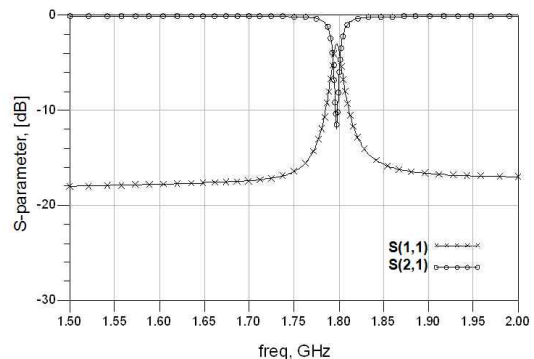
미를 가진다[4].

나선형 공진기의 형태는 선로를 같은 평면에서 나선형 형태로 꼬아 놓았기 때문에 같은 주파수대의 다른 공진기보다 좁은 면적을 차지하므로 크기를 대폭 줄일 수 있어서 제작비용이 감소되는 장점을 가져오게 된다.

그림 2는 나선형 공진기의 layout 형태를 보여주고 있다. 나선형 공진기는 등가적으로 L과 C의 직병렬 형태로 나타날 수 있으며, 큰 C값으로 인한 마이크로스트립 구조로 이루어진 공진기중에 높은 Q값을 가지고 있다.



[그림 2] 나선형 공진기의 layout (l=8.4mm, w=6.8mm)



[그림 3] 나선형 공진기 특성

그림 3은 나선형 공진기의 특성을 나타내고 있다. 공진기의 Q 특성을 나타내는 수식(2)로부터 Q값을 계산할 수 있다. 상대적으로 높은 Q값은 발진기의 출력 향상에 중요한 영향을 끼치는 요소 중 하나이다. 본 논문에서 나선형 공진기는 EM simulation으로 설계하였으며 Q값은 160으로 계산되었다.

$$Q_L = \frac{f_0}{BW_{3dB}} \quad (2)$$

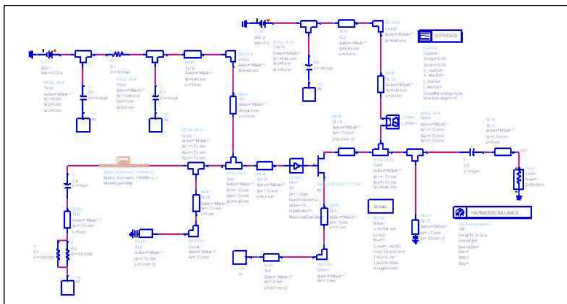
3. 고출력 발진기 설계

앞절에서 설계한 나선형 공진기를 이용하여 1800MHz 주파수에서 고출력 발진기를 설계하였다. 설계에 사용된 마이크로스트립 전송선로용 기판은 두께가 25mil, 유전율 2.55인 초고주파 회로용 기판을 사용하였다. 또한 NE6510179A 트랜지스터를 이용하여 발진기를 설계하였다. 나선형 공진기를 이용하여 발진조건이 성립되도록 적합한 반사계수를 설정하고, 이를 이용하여 정합회로를 설계하였다.

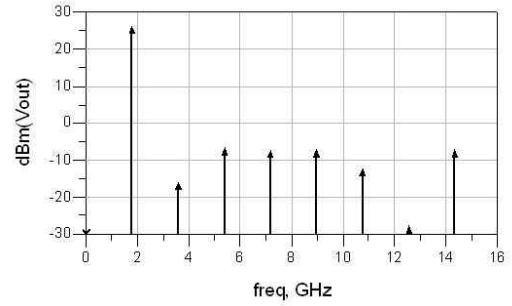
그림 4는 나선형 공진기를 이용한 발진기의 schematic을 보여주고 있다.

고출력 발진기의와 공진기의 특성을 전자기적(EM) 시뮬레이션으로 정확하게 분석하기 위하여 ADS에 내장된 momentum을 이용하였다. 즉, 나선형 공진기를 EM 시뮬레이션하여 schematic에 삽입하여 출력 단에서의 정합회로를 설계한 후 시뮬레이션 하여 설계의 정확도를 높이도록 하였다.

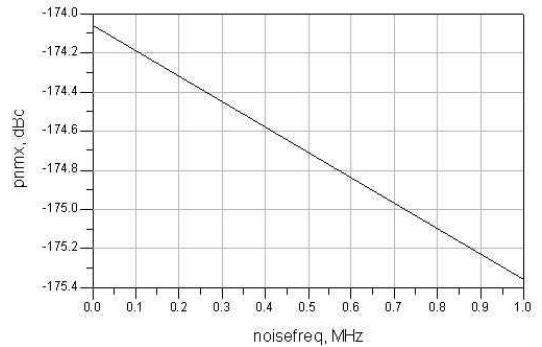
그림 5는 고출력 발진기의 시뮬레이션 성능을 나타내고 있다. 설계된 발진기의 시뮬레이션 성능은 26.114dBm @ 1.794GHz를 나타내고 있다. 하모닉 성분은 -16.194dBm @ 3.588GHz, -6.851dBm @ 5.382GHz를 나타내고 있다. 이에 따른 위상잡음을 그림 6에서 나타내고 있다. 시뮬레이션 된 위상잡음은 -175.4dBc/Hz @ 1MHz offset으로 확인되었다.



[그림 4] 나선형 공진기를 이용한 발진기



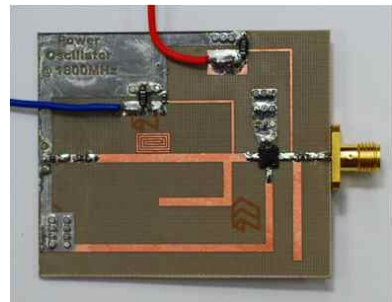
[그림 5] 고출력 발진기의 시뮬레이션 성능



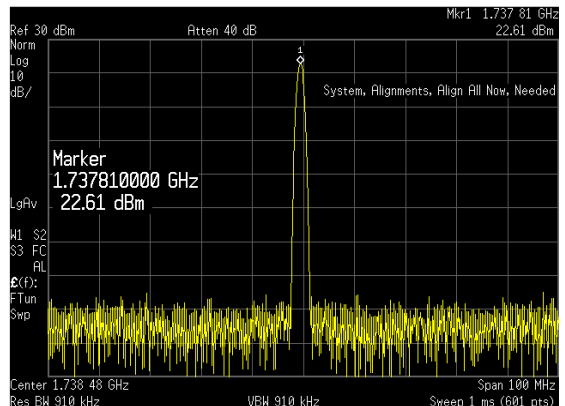
[그림 6] 고출력 발진기의 위상잡음

4. 고출력 발진기 설계

시뮬레이션을 토대로 고출력 발진기를 설계하였다. 그림 7은 제작된 고출력 발진기의 모습이다. 제작된 고출력 발진기의 사이즈는 56X49mm²의 크기를 갖는다.

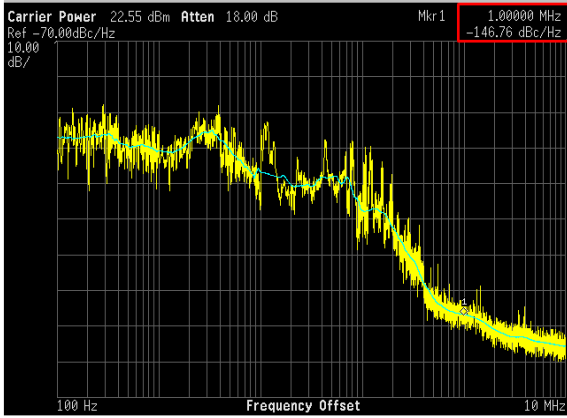


[그림 7] 고출력 발진기의 제작 사진



[그림 8] 측정된 고출력 발진기의 1st 성능

참고문헌



[그림 10] 측정된 고출력 발진기의 위상잡음

그림 8과 제작된 고출력 발진기의 측정 성능을 나타내고 그림 10은 위상잡음을 나타내고 있다. 발진기의 성능은 22.61dBm@ 1.74GHz로 측정되었고, 위상잡음은 -146.76dBc/Hz @ 1MHz offset으로 측정 되었다. 이때, 바이어스 조건은 Vds=5[V], Ids=355[mA]를 인가하였다.

5. 결론

본 논문에서는 NE6510179A 트랜지스터를 사용하고 나선형 공진기를 이용하여 고출력 발진기를 설계 측정하였다. 제작된 고출력 발진기는 1.8GHz에서 시뮬레이션과 유사한 출력 특성을 유지하였다.

두께 25mil, 유전율 2.55로 제작된 고출력 발진기의 측정된 성능은 22.61dBm@ 1.74GHz로 측정되었고, 위상잡음은 -146.76dBc/Hz @ 1MHz offset으로 측정 되었다. 이때, 바이어스 조건은 Vds=5[V], Ids=355[mA]를 인가하였다.

본 논문에서 설계된 고출력 발진기는 단일 단자 발진기로써, 높은 출력의 장점을 이용한 무선회로 송신 시스템에 사용될 것으로 예상된다.

표 1. 고출력 발진기의 시뮬레이션 및 측정 결과 비교 (@ 1.8GHz)

	시뮬레이션 성능	측정 성능
1st Output	26.114dBm @ 1.794GHz	22.61dBm @ 1.74GHz
2nd Output	-16.194dBm @ 3.588GHz	-6.14dBm @ 3.45GHz
3rd Output	-6.851dBm @ 5.382GHz	-0.36dBm @ 5.22GHz
Phase Noise	-175.4dBc/Hz @ 1MHz offset	-146.76dBc/Hz @ 1MHz offset
Circuit Size	56X49mm ²	
Bias Condition	Vds=5[V], Ids=355[mA]	

[1] A. Gitsevich, D. Kirkpatrick, and L. Dymond, "Solid-state high power RF oscillator," *IEEE MTT S. Int. Simp. Dig.*, vol. 3, pp. 1423-1426, 20-25 May 2001.

[2] J. Papapolymerou, J. C. Cheng, J. East, and L. P. B. Katehi, "A micromachined high-Q X-band resonator," *IEEE Microwave Guided Wave Lett.*, vol. 7, no. 6, pp. 168-170, Jun. 1997.

[3] Woong-Jae Hwang, Suk-Woo Shin, Gil-Wong Choi, Hyung-Jong Kim, Jin-Joo Choi, "2.46 GHz solid-state high-power oscillator with planar cavity resonator," *Microwave Conference, 2008. APMC 2008.*, pp. 1-4, Dec. 2008.

[4] 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.

[5] 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.

[6] 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.