

동조 대역폭을 개선한 Push-Push 발진기에 관한 연구

A Study on the Push-Push Oscillator with Improved Tuning Range

민병만, 홍의석

(광운대학교 초고주파 연구실 석사과정, 전자정보대 교수)

Key Word : Push-Push Oscillator, Tuning Range

목 차

- I. 서론
- II. 본론
- III. 결론

I. 서론

미래에는 쌍방향 멀티미디어의 서비스를 실현 하기 위해서 무선 CATV가 대두되고 있다. 이러한 무선 CATV는 쌍방향 DATA전송이 가능해야 하므로 한정된 주파수

자원을 최대한 효율적으로 사용해야 한다. 이에 대한 해결 방식으로 LMDS방식이 채택되어 연구, 개발 되고 있는데 LMDS는 디지털화 및 쌍방향 통신을 더욱 용이하게 하는 것으로 쌍방 24.25 GHz ~ 27.5 GHz 대역의 넓은 대역폭으로 쌍방향 고속 데이터 통신 등 새로운 무선 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 신기술이다.

이에 본 논문에서는 LMDS중계기용 국부 발진기로 사용할 수 있는 전압제어 발진기를 Push-Push 발진기 형태로 설계 및 제작 하였다. LMDS 시스템에서 요구하는 광대역 특성을 만족시키기 위해 새로운 구조의 VCO를 제안 했으며, 최근 RF부품들의 소형화, 경량화등의 요구에 따라 Hair-pin과 같은 MMIC화 하기에 적합한 공진기를 사용하였다. 이러한 Push-Push 발진기는 높은 출력 전력 및 낮은 위상 잡음 특성을 가지기 때문에 많은 시스템에 사용되고 있다.

II. 본론

1. 새로운 구조의 Hair-pin 공진기

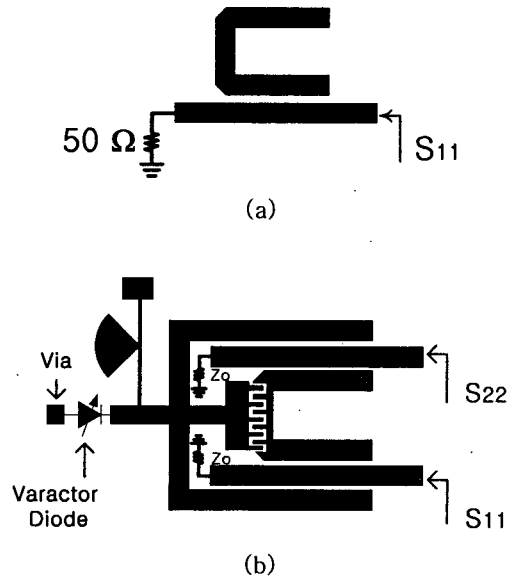


그림 1. (a) 주파수 고정 $\lambda/2$ resonator

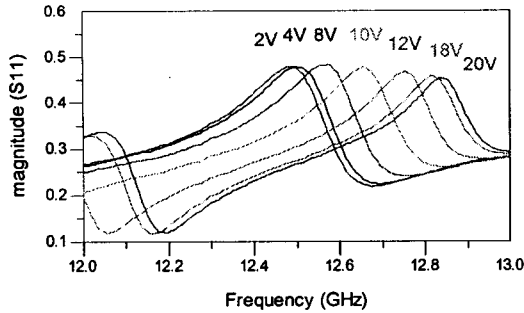
(b) 제안된 구조의 Varactor-tuned $\lambda/2$ resonator

그림 1(a)는 고정된 주파수에서의 $\lambda/2$ Hair-pin 공진기 형태를 보여 준다. 설계는 ADS-Momentum으로 설계 했으며 공진 주파수는 12.25 GHz이다.

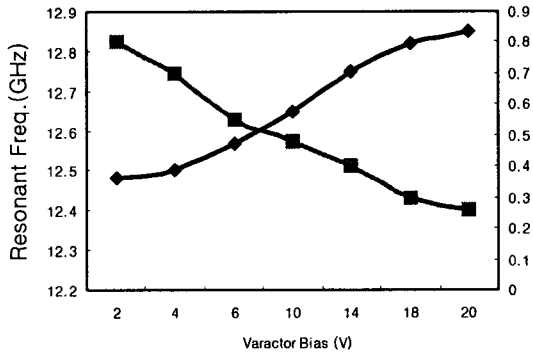
이때, 50옴 선로의 폭은 1.37mm이고 공진기와 라인 사이의 폭은 180m 이다.

그림 1(b)는 본 논문에서 제안한 구조로서 주파수 튜닝을 위한 Varactor Diode는 M/A Com사의 MA46471을 사용 하였다. 이 다이오드는 4V의 bias voltage에서 0.721pF의 capacitance를 갖고 2V에서의 Capacitance 값과 20V에서의 Capacitance 값의 비가 1 : 4.473이다.

이 구조는 100m의 interdigitated capacitor 형태로 구현함으로써 기존의 구조보다 튜닝 범위를 넓힐 수 있다.



(a)



(b)

그림 2 (a) Varactor Bias 전압에 따른 공진 Reflection Coefficient
(b) Varactor Bias 전압에 따른 공진 주파수와 Varactor Diode의 Capacitance

그림 2(a)는 그림 1(b)의 제안된 구조를 갖는 공진기의 각각의 Bias voltage에 대한 Reflection coefficients에 대한 측정값들이다.

그림에서 보면 알 수 있듯이 bias voltage를 2V에서 20V까지 가변 함으로써 가변 되는 주파수 대역폭은 370MHz(2.9%)이다.

그림 2(b)는 Varactor bias Voltage에 대한 공진 주파수와 Varactor Diode의 Capacitance를 도식적으로 나타낸 것이다.

2. Push-Push Voltage Controlled Oscillator의 설계

제안된 공진기를 이용한 Push-Push 전압제어 발진기를 제작하기 위하여 사용한 기판은 비유전율 $\epsilon_r=2.6$, 높이 $H=0.504\text{mm}$, 동박 두께 $T=0.018\text{mm}$ 인 Chukoh 사의 Teflon기판을 사용하였다. 발진기를 설계하기 위해서는 능동소자의 대 신호 모델이 필요하므로 비선형 설계도구인 HP-eesof 사의

ADS ver.2002를 이용하여 비선형 모델로 설계 하였다. 다음은 본 논문에서 제시한 Push-Push 전압제어 발진기의 블록도이다.

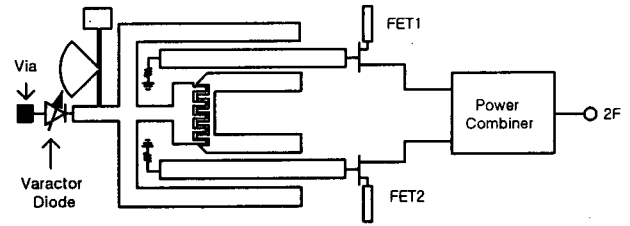


그림 3. 제안된 형태의 Push-Push 전압제어 발진기

그림3의 발진기는 공진기로 구성된 위상기준 공진회로부분과 케환회로를 포함한 능동소자로 구성된 능동부, 임피던스 정합 마이크로스트립 전송선로와 출력부하로 구성된 3단자 출력 결합기로 구성되어 있다. 공진부는 Hair-pin 형태로 12.5GHz에 설계하였고, 발진기의 형태는 회로구성이 간단하고 부하 변동에 따른 주파수 변화와 출력 변화가 적은 소스 직렬 케환형으로 설계 하였다. 주파수 동조방법에는 전기적 동조 방법을 사용하기 위하여 바랙터 다이오드를 사용하여 발진 주파수를 동조하였다.

본 논문에서 사용된 능동소자는 저잡음 지수를 갖고 위상 잡음을 최소화하면서 일반적으로 널리 쓰이는 GaAs MESFET소자인 Agilent사의 ATF13786을 사용하였다. 그림 3은 발진기의 공진기 부분은 기존의 같은 구조의 발진기보다 동조 대역폭을 넓히기 위해 본 논문에서 제안한 헤어핀 구조의 공진기가 사용되었다. 또한 출력부분은 2fo로 정합함으로써 체배기가 필요 없이 제 2고조파를 얻어내기 쉬운 구조로 설계 하였다. FET1과 FET2에서 출력된 신호는 2fo로 설계된 Power Combiner를 통과하여 Fundamental 주파수는 억압되고 제 2고조파 신호만 출력 될 수 있는 구조로 설계 하였다.

3. Push-Push Oscillator 전압제어 발진기의 측정 결과

측정을 위한 GaAs FET의 바이어스는 $V_{ds}=5\text{V}$, $I_{ds}=27\text{mA}$ 이고, 게이트 바이어스는 Self바이어스 형태를 취하였다.

그림 5는 제안된 발진기의 고조파 특성을 나타내고 있다. 기본파와 2차 고조파간에 36dBc의 성능을 보이고 있다.

그림 6은 제안된 발진기의 위상 잡음 특성을 100kHz offset 주파수에서 나타낸 것인데 90.2dBc/Hz의 특성을 얻었다. 그림 7은 제안된 발진기의 출력전력을, 그림 8은 제안된 발진기의 25GHz에서 바랙터 다이오드에 따른 100.47MHz 동조대역폭을 나타내고 있으며 0.08dB의 우수한 평탄도를 보이고 있다.

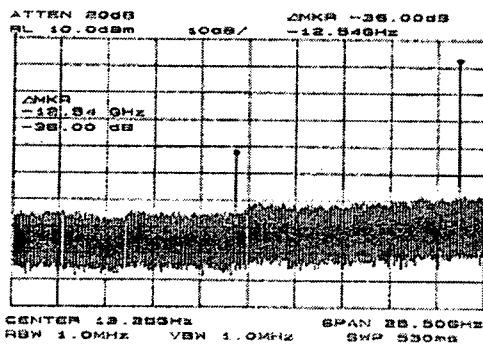


그림 5. Push-Push 전압제어 발진기의 고조파특성

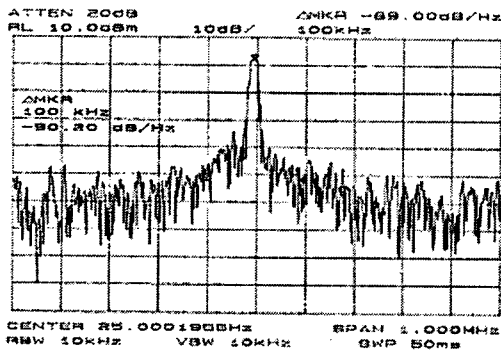


그림 6. Push-Push 전압제어 발진기의 위상잡음 특성 (Offset Freq.100kHz)

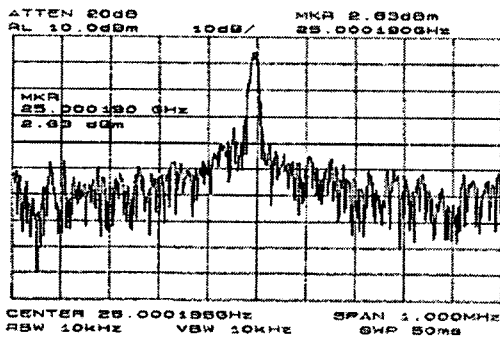


그림 7. Push-Push 전압제어 발진기의 출력전력

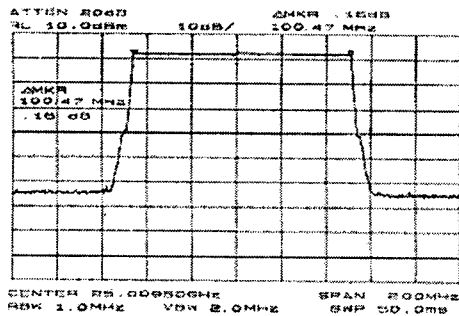


그림 8. Push-Push 전압제어 발진기의 동조된 스펙트럼 (Span 200MHz)

III. 결론

본 논문에서는 Push-Push 전압제어 발진기의 동조 대역폭을 개선하기 위하여 새로운 구조를 제안 하였다.

본 구조를 사용함으로써 기존의 VCO보다 향상된 특성인 100MHz의 특성을 얻었으며, 체배기가 필요 없는 구조로 설계하였기 때문에 크기, 비용, 전력 소비, 위상 잡음을 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 제안된 Push-Push 전압제어 발진기는 25GHz에서 2.83dbm의 출력을 얻었으며, 기본 주파수에 대해서 36dBc의 하모닉 억압 특성을 나타내었다. 또한 100kHz offset에서 90.2dBc/Hz의 위상잡음 특성을 얻었다.

이와 같은 Push-Push 전압제어 발진기는 LMDS시스템에 응용 가능할 것이며 향후 MMIC가 가능하리라 기대 된다.

참고문헌

1. L.Dussopt, G.M.Rebeiz, "A Very Low Phase Noise SiGe VCO at X-Band Frequencies", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., pp.219-221, 2001,
2. H.Yabuki, M.Sgawa, and M.Makimoto "Voltage Controlled Push-Push Oscillators Using Miniaturized Hairpin Resonators" IEEE MTT-S Dig., vol. 33, no. 14, pp. 1175-1178, sep. 1991.
3. Anthony M. Pavio and Mark A. Smith, "A 20~40GHz push-push dielectric resonator oscillator," IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques, volume MTT-33, pp. 1346-1349, Dec. 1985.
4. 이주열, "ILPLL을 위한 K-Band 용 Push-Push 부고조파 주입 동기 발진기," 박사학위 논문, 광운대학교 대학원, 전자통신공학과, pp.75-76, 1996.
5. A.Podcameni and L. Bermudez, "Large signal design of GaAs FET oscillator using input dielectric resonator," IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques, volume MTT-31, pp. 358-361, April 1983.