

PBG 구조를 이용한 Dual-band VCO 설계

*조용기, 서철현
송실대학교 정보통신전자공학부
e-mail : yk2050@freechal.co

m, chulhun@e.ssu.ac.kr

Desing of Dual-band VCO Using PBG Structure

*Yong-Ki Cho, Chul-Hun Seo
School of Information and Communication Engineering
Soongsil University

Abstract

This paper presents the design of dual-band VCO using PBG structure for IEEE 802.11A/B. By adding switch circuit to the single-band VCO, we could achieve a dual-band VCO. The center frequencies of dual-band VCO are 5.93GHz(-13dBm) and 2.37GHz (3.50dBm). The phase noise is improved about 10dB by using PBG Structure.

I. 서론

Wireless local area networks(WLAN's)은 오늘날 교육, 의료, 제조 분야에서 널리 사용되고 있다. 이들 시장 외에도 소매, 서비스, 정부, 교통 등 여러 분야에 급속히 도입되고 있다. 단일 단말기로부터 멀티 통신이 가능하게 됨에 따라 광대역 또는 멀티대역에서 사용되는 RF 소자 개발이 중요시되고 있다. 그러므로 소형, 저비용의 멀티대역 VCO 개발이 요구된다. 본 논문에서는 802.11a/b 두 대역을 동시에 지원할 수 있는 듀얼밴드 VCO를 설계하였다.

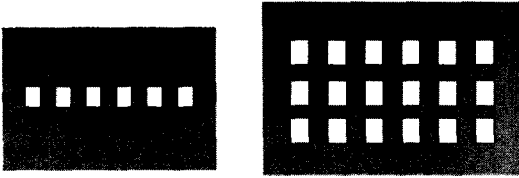
RF VCO는 멀티 대역에서 동작하기 위해 여러 가지 출력 신호를 요구하게 된다. 위상잡음을 줄이기 위해서는 공진기의 Q값을 향상시키거나 적절한 바이어스 회로를 이용하는 방법 또는 모듈레이션된 플라즈마 감응을 억제시키기 위하여 Feedforward 회로를 이용하는 방법 등이 있다[1-3]. 본 논문에서는 PBG를 구조를 이용하여 위상잡음을 줄임과 동시에, 간단한 스위칭 회로를 이용하여 듀얼밴드 VCO를 구현하고자 한다.

II. Photonic Bandgap 구조

광전 밴드갭(Photonic Bandgap, PBG) 구조는 일, 이, 삼차원 배열의 홈과 같은 불연속 구간이 주기적으로 형성된 구조로 광학 분야에서 이러한 구조에 대한 응용 연구가 활발히 진행되어왔다. PBG 구조는 주기적인 구조를 갖고 진행파의 일정 대역을 저지하는 저지대역을 형성하는 특성을 갖는다. 저지대역 형성을 위한 위상 정합조건은 다음과 같다.

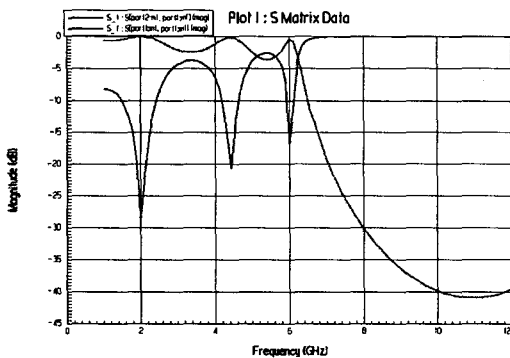
$$-\beta = \beta - \frac{2\pi}{\Lambda} \quad \text{식(1)}$$

$$\lambda_g = 2\Lambda \quad \text{식(2)}$$

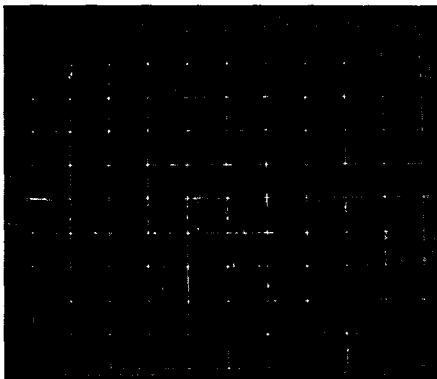


[그림1] 접지면에 PBG를 적용한 마이크로 스트립 선로

[그림1]은 기본적인 PBG구조를 나타낸것이고, Ansoft사의 HFSSv8.0를 이용하여 모의실험하였다.[그림2-3]은 제작된 PBG의 S11과 S21의 모의 실험 및 측정결과를 나타낸 표이다. 통과 대역내의 리플은 있으나 6GHz 이상 주파수의 억압특성은 양호함을 알수 있다. 발진기에 적용된 PBG구조는 공진부의 임피던스와 부성 저항과의 발진 조건을 만족시켜줘야 하므로 최적화되어야 한다. 또한 마이크로 스트립라인에 적용함으로써 스트립라인의 길이를 줄이는 효과가 있다.



[그림2] PBG 모의 실험 결과

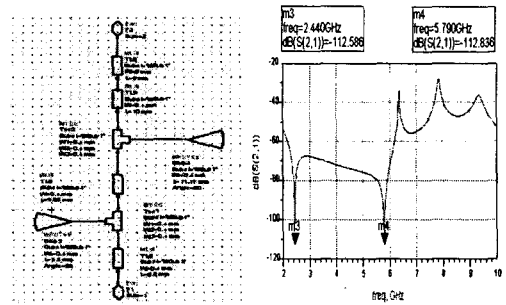


[그림3] PBG 측정결과

III. 듀얼밴드 VCO 설계

3.1 바이어스 회로 설계

바이어스 회로는 DC 동작점을 설정할뿐만 아니라 AC회로와의 아이솔레이션을 제공한다. 듀얼 밴드에서 동작할수 있도록 마이크로 스트립 라인으로 바이어스 라인을 설계시 주의가 요망된다. [그림4]는 모의 실험 결과를 보여주고 있다. 일반적으로 DC-feed 인덕터나 집중형 소자를 사용하나 본 논문에서는 방사스터브와 $\lambda/4$ 변환기를 이용하여 구현하였다.

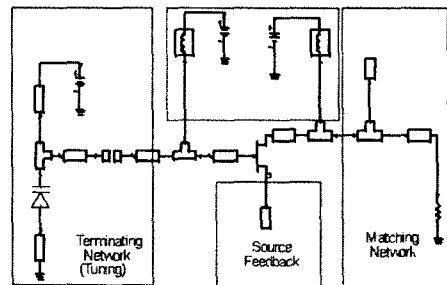


[그림4] 바이어스 라인 모의 실험결과

3.2 VCO 설계

RF VCO는 부하부와 부성저항을 만들어주는 발진부, 그리고 중단회로 크게 3가지로 분류된다. 부하단은 공진기와 비랙터 다이오드로 나누어 해석할수 있다. 공진 소자는 마이크로 스트립 라인으로 설계 되었다. 접지면에 PBG를 이용하여 불필요한 혼변조파를 제거하여 위상잡음 성능 향상을 가져오도록 하였다. 비랙터 다이오드는 제어 전압에 따라 주파수 범위를 결정하고, 루프 개인을 감소 시키므로 소자 선택에 있어 주의가 필요하다.

트랜지스터 소스의 개방 스테르브는 용량성 직렬 피드백을 제공하여 부성 저항값을 갖도록 선택한다.

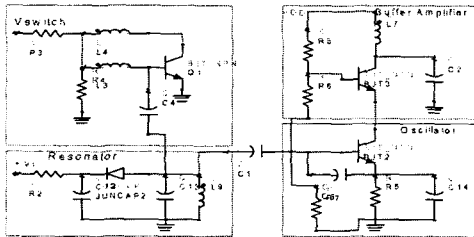


[그림5] 단일밴드 VCO 회로

3.2 듀얼밴드 VCO 설계

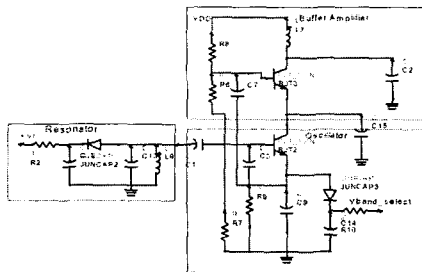
현재 듀얼밴드 VCO의 구조는 몇가지로 설명할 수 있다.

- i. 두개의 공진기 또는 스위칭 커패시터를 이용한 공진부, 하나의 발진부, 출력부[4]
 - ii. 하나의 공진기와 발진부, 제한경로 스위칭부[5]
- 첫 번째 구조는 공진기 부분의 커패시턴스 값을 스위칭을 이용하여 두 대역에서 독립적으로 동작할 수 있도록 한 구조이다. PCS(1.7GHz)와 IMT2000(2.3GHz)에서 동작하도록, 공진부, 발진부, 출력부, 스위칭부로 구성되어있다.



[그림6] Dual-mode VCO with Controllable Resonant Circuit for PCS/IMT2000

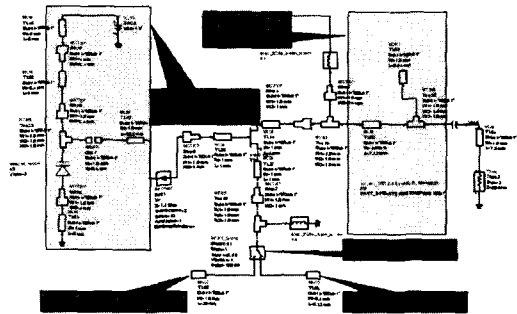
Vswitch가 인가되면 공진부에 커패시턴스가 병렬로 더해지는 효과가 발생, 발진주파수를 하향시키게 되는 원리이다. 따라서 Vswitch가 HIGH이면 PCS, LOW이면 IMT2000에서 동작하게 된다. 두 번째는 하나의 공진부와 발진부, 제한경로의 커패시턴스 값을 가변할 수 있도록 스위칭을 할 수 있는 구조이다.



[그림7] 저 비용 듀얼 대역 전압 제어 발진기 설계

공진기는 GSM, DCN 대역에서 듀얼 공진이 이루어지도록 설계되었으며, 제한 경로의 커패시턴스를 스위칭 회로를 추가하여 변화 시키는 방법을 쓰고있다. Vband_select 이 인가되면 저 대역 제한 신호가 증가하고, 고 대역 신호는 저지되게 된다. 따라서 Vband_select이 HIGH이면 GSM(1.2GHz), LOW이면 DCN(1.6GHz)에서 동작하게 된다. 여기서 제안된 구조

는 모두 2GHz 대역 근처에서 동작을 하도록 되어 있다. 본 논문에서 제안된 듀얼밴드 VCO 구조는 기존의 단일 밴드 VCO에 부성저항을 결정하는 트랜지스터 소스부분을 스위칭할수 있도록 스위치와 두개의 개방스터브를 추가하여 [그림7]과 같이 설계하였으며, ISM 대역과 U-NII대역에서 만족된 출력을 얻도록 설계하였다. 시뮬레이션 툴은 Agilent사의 ADS2002C를 이용하고, 트랜지스터는 NEC사의 비선형모델을 이용하였다. 부하단의 공진기와 중단회로는 두 대역에서 듀얼 공진이 이루어지도록 설계되었으며, 스위칭 회로로부터 선택적으로 이루어지도록 하였다. VCO의 제한 신호는 개방스터브의 길이와 두께에 의하여 결정된다

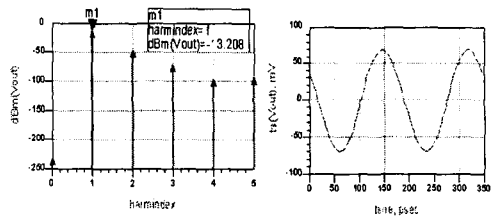


[그림7] 듀얼밴드 VCO 회로

시뮬레이션의 용이성을 위해 정적 스위치를 사용하였다. 상태가 '1'일때는 2GHz 개방스터브에 연결되고, '0'일때는 5GHz 개방스터브에 연결된다.

3.3 듀얼밴드 VCO 시뮬레이션 및 제작 결과

우선 PBG 구조를 적용하지 않은 5GHz 대역에서의 오실레이터 모의 실험결과를 [그림8]에 도시하였다.

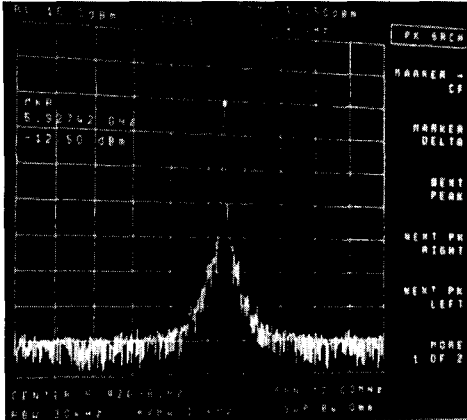


harmonic	freq	Spectrum
0	0.0001Hz	-232.024
1	5.7736GHz	-13.208
2	11.546GHz	-45.158
3	17.32GHz	-72.040

[그림8] 5GHz 모의 실험 결과

5GHz대역에서 부성저항을 형성하는 개방스터브를 동작시킨후 모의실험을 한 결과 5.773GHz에서 -13dBm의 출력을 형성하였다. 실제 제작시 추이를 알아보기위해 실험 및 측정을 하였다. 유전율이 3.2인 Teflon 기판을

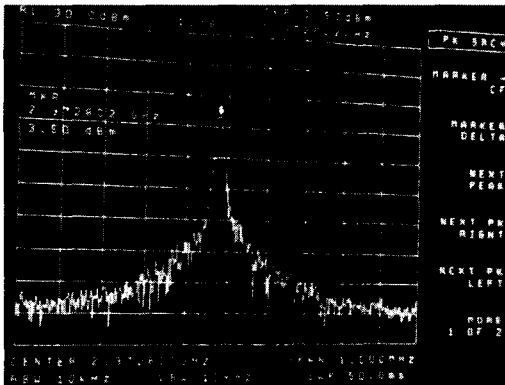
사용하여 제작 및 측정결과를 [그림9] 도시하였다.



[그림9] 5GHz 대역 측정 결과

5.93GHz에서 -12.5dBm의 출력 스펙트럼이 형성되었다. 모의 실험에서는 달리 170MHz의 주파수 천이와 출력은 향상되었음을 알수 있다.

다음은 2GHz 대역에서의 부성저항을 형성할 수 있도록 스위칭을 통한 발진 특성을 알아보고자 실험을 한 결과 [그림10]과 같은 출력을 얻을수 있었다. 출력 대칭부를 2GHz대역에 최적화 시킴에 따라 보다 나은 위상잡음과 출력 파위가 발생되었다.



[그림10] 2GHz 대역 측정 결과

2.37GHz에서 3.50dBm의 출력을 형성하였다. 100KHz Offset에서 -93.84dBc의 위상잡음을 확인하였다. PBG 구조를 적용하지 않은 상태에서 모의 실험 및 제작을 하였다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

기존의 듀얼밴드 VCO는 두개의 공진부 또는 능동회

로를 필요로 하였다. 본 논문에서 PBG를 구조를 이용하여 위상잡음을 줄임과 동시에, 간단한 스위칭 회로를 이용하여 802.11A/B 두 대역을 동시에 지원할수 있는 듀얼밴드 VCO를 구현하였다.

5.93GHz에서 -13dBm(-82dBc/Hz@1MHz), 2.37GHz에서 3.50dBm(-93.8dBc/Hz@1MHz)의 듀얼밴드 중심 주파수 출력을 얻었으며, PBG 구조를 적용할시 10dB 정도의 위상 잡음 향상이 예상된다.

참고문헌

- [1] Broomfield, C.D., Everard, J.K.A., "Flicker noise reduction using GaAs microwave feedforward amplifiers" Frequency Control Symposium and Exhibition, 2000. Proceedings of the 2000 IEEE/EIA International, pp 525-530, 2000.
- [2] C.D. Broomfield and J.K.A Everard, "Flickernoise reduction using GaAs Microwave Feedforward Amplifier"2000 IEEE International Frequency control symposium, Kansas City, June 2000.
- [3] Young-Tack Lee, Jong-Sik Lim, Jun-Seok Park, Ahn, D.; Sangwook Nam, "A novel phase noise reduction technique In oscillators using defected ground structure" Microwave and Wireless Components Letters, IEEE., vol. 12, Issue: 2, pp. 39 41, Feb 2002. [1] Intel Corporations, Intel StrongArm SA-1110 Microprocessor Developer's Manual, June, 2000.
- [4] J. D. Park"Dual-mode VCO with Controllable Resonant Circuit for PCS/IMT2000", 2000 2nd International Conference on Microwave and Milimeter Wave Tec. Proceedings
- [5] T. S. OH, Y. H. Lee, "저 비용 듀얼 대역 전압 제어 발진기 설계", 2001년도 한국전자파학회 종합 학술발표회 논문집 Vol. 11 No. 1 2001.11.3