2003년도 대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집 제26권 제1호

트리플 밴드 초소형 전압 제어 발진기 (SMD형) 설계 및 제작

조 익 현, 김 정 삼, 윤 동 한
금오공과대학교 전자공학과
전화 : 054-467-4269 / 핸드폰 : 017-538-2258

Design and Fabrication of Triple Band Ultra-small VCO (SMD Type)

Cho Ig-hyun, Kim Jeong-sam, Yoon Dong-han
Division of Electronic Engineering, Kumoh National Institute of Technology
E-mail : ighyun@orgio.net

Abstract

GSM / DCS1800 / PCS 대역에서 사용 가능한 9.5mm x 6.5mm 크기의 트리플 밴드 초소형 전압제어 발진기를 설계하였다. 설계된 트리플 밴드 VCO는 GSM(880~915MHz) 대역에서 7±3dBm의 출력전력, DCS1800(1720~1785MHz) 대역에서 8±3dBm의 출력전력, PCS(1720~1780MHz) 대역에서 0±3dBm의 출력전력의 특성을 보인다. 위상 잡음의 특성은 -110dBc @100KHz 이하의 만족할만한 성능을 보인다.

I. 서론

New 기능화 기술인 트리플 밴드 초소형 전압제어 발진기(SMD형) 기술은 트리플 밴드 단말기 및 IMT-2000등의 기술 실현에 필수적으로 요구되는 기술이다. 현재 미국, 유럽 등에서는 GSM 단말기나 DCS1800 단말기(혹은 등가기기) 및 PCS 단말기를 일체형으로 사용하는 트리플 밴드 단말기의 수요가 증가하고 있으며 트리플 밴드 VCO를 사용하고 있다. 또한 트리플 밴드 VCO의 제품 및 기술이 차후 IMT-2000의 부품 및 제3세대 통신관련 기술로도 사용될 것으로 예상된다. 트리플 밴드 VCO는 트리플 밴드를 구성하는 핵심 RF부품이며, GSM / DCS1800 / PCS, PCS / Cellular전화 / IMT2000, GSM / DCS1800 / UMTS, Digital전화 / Analog 전화 / PCS 등 광범위한 분야에서 응용되는 핵심부품이다.

미국의 경우 여러 해 전부터 서비스를 시작한 PCS 사업자들은 셀룰러 사업자들에 비해 협소할 수밖에 없는 자신들의 서비스 커버리지 확대를 위해 기존 사업자들과의 로밍을 꾀하고 있다. 이 과정에서 '멀티모드/멀티밴드 단말기'(서로 다른 주파수 대역 네트워크에서 모두 사용 가능한 듀얼 모드, 듀얼 밴드 혹은 트리플 밴드 단말기)의 필요성이 크게 부각되었다. 멀티 단말기는 개발은 더욱 활발해질 것으로 보이며, 현재 유럽에서는 멀티밴드/멀티모드 및 단일밴드의 수요의 비가 90:10 이상으로 되고 있다. 트리플 밴드 초소형 전압제어 발진기(SMD형)의 부품의 소형화 및 박형화가 요구되었으며, 주요 기술로는 스트립선로의 소형화, 다층화 등이었으며, 저 소비 전력화는 한정된 배터리의 용량을 장시간 사용이 필수적으로 요구되는 기술이다., 고주파 설계기술은 100MHz 부근에서부터 시작하여 현재에는 2GHz 이상이 상품화된 기술이며, 고기능화 설계기술은 VCO의 기술을 원천으로 하여, 트리플 밴드 초소형 전압제어 발진기(SMD형) 기술 및 RF Module의 기술을 요구하고 있다.

트리플 밴드 초소형 전압제어 발진기(SMD형)는 Single VCO가 3개로 구성되어 있고 기본 개념은 Single VCO의 기본 개념과 같다고 볼 수 있다.

VCO는 이동통신기기의 핵심부품이므로 1) 전압 변동에 따른 주파수가 안정, 2) 우수한 신호 순도, 3) 안정된 발진, 4) 저 전압 동작, 5) 소형, 6) 저가, 7) 고 신뢰성 등을 만족시킬 수 있는 설계에 기본을 두고 설계하였다.

II. VCO의 설계 및 시뮬레이션

VCO(Voltage Controlled Oscillator)는 입력직류 전압의 크기에 비례하는 출력발진 주파수를 발생시키는 회

로이다. VCO는 특히 제어 전압에 대한 출력의 직선성과 노이즈 성분의 감소가 중요한 요소가 되고 무선 통신기기 및 국부주파수원 등에 상당히 넓게 사용되고 있으며 일반적인 발진이론을 이용한 것이다. 이동통신 단말기용 VCO는 일반적인 블록도는 그림 1과 같은 형태이며 바이어스회로, 발진탱크회로, 발진회로, 증폭회로, 버퍼회로로 구성된다.

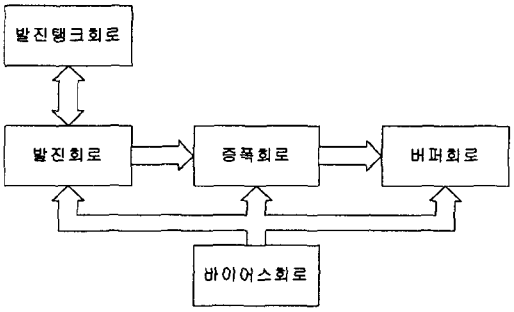

그림 1. VCO의 블록도

그림 2는 회로구성이 용이한 변형 클래프의 LC동조형 발진기를 사용하여 설계된 것이며, 발진기의 출력레벨 및 특성을 안정화하고 전력소비를 최소화하기 위하여 발진부 트랜지스터와 완충증폭기 트랜지스터를 종속으로 연결한 후 적정한 바이어스회로를 적용하여 전류소모를 줄였다.

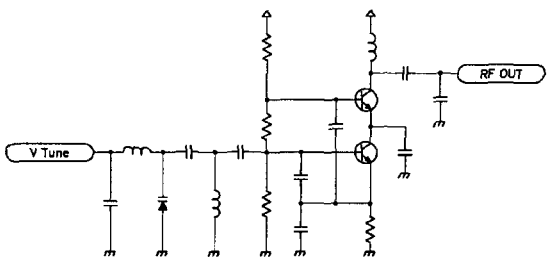

그림 2. 변형 클래프 Type VCO 회로도

시뮬레이션은 발진회로, 증폭회로, 버퍼회로, 바이어스회로를 합쳐서 하고 , 발진탱크부를 분리해서 하고 전체를 합쳐서 하였다. 다이오드와 트랜지스터는 Vendor가 공급하는 비선형 라이브러리를 이용하였고 저항, 커패시터, 인덕터는 Tool에서 제공하는 것을 사용하여 설계하고 시뮬레이션을 하였다. 사용된 다이오드와 트랜지스터는 TOSHIBA사의 부품을 적용하였다. 설계에 사용한 시뮬레이션 Tool로서는 Agilent사의 Advanced Design System 1.5를 사용하였다.

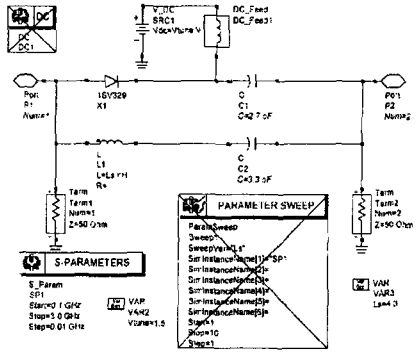

그림 3. 발진탱크 시뮬레이션

그림 3은 발진탱크회로의 시뮬레이션 회로이며 그림 4와 그림 5는 Vt=1.5일 때의 DCS1800과 PCS 대역에서 S11과 S21을 나타낸다.

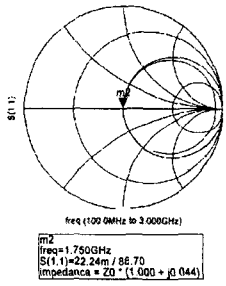

그림 4. S11

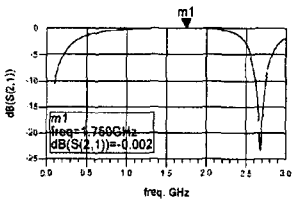

그림 5. S21

그림 6은 발진회로, 증폭회로, 버퍼회로, 바이어스의 회로를 나타내며 그림 7은 DCS1800과 PCS 대역에서의 발진 가능성을 보여주고 있다.

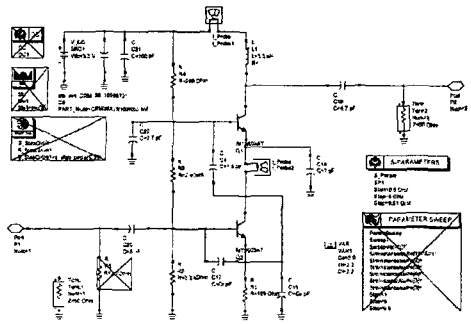

그림 6. 시뮬레이션 회로

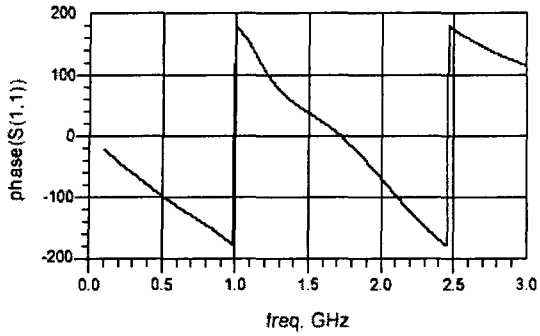

그림 7. 위상 특성.

그림 8은 출력레벨과 하모닉 특성을 나타내며 출력은 6.249dBm이 출력되었다.

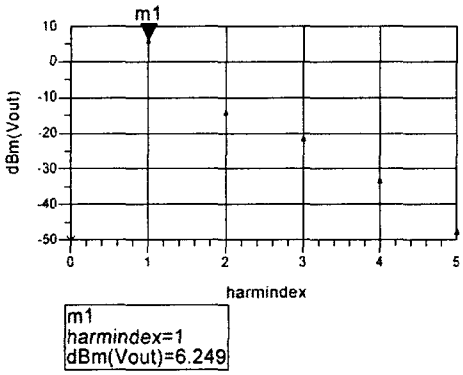

그림 8. 출력레벨과 하모닉 특성

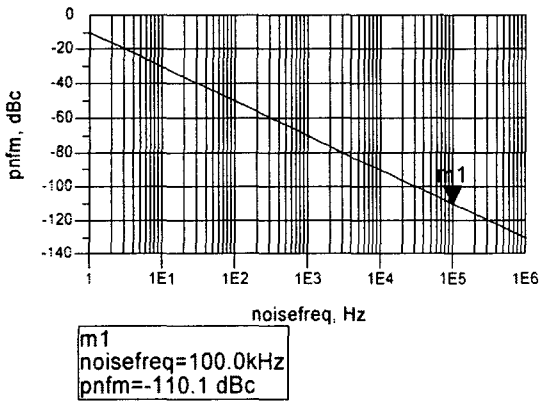

그림 9. Phase Noise

그림 9는 위상잡음 특성을 나타낸다.

Ⅲ. 트리플 밴드 VCO의 설계

듀얼 밴드 VCO는 Doubler System과 2 OSC System 및 Frequency Shift System이 있다. 본 논문의 트리플 밴드 VCO는 2 OSC System 듀얼 밴드 VCO를 사용하여 GSM과 DCS1800을 구현하였으며 PCS VCO는 DCS1800 VCO에 Frequency Shift System 회로를 추가하여 주파수를 조정하였다. 특히 Pin Diode를 사용하여 주파수변화 및 출력을 변화시켰다. GSM, DCS1800 및 PCS VCO의 선택은 바이어스저항이 내장된 스위칭 트랜지스터를 이용하여 선택하게 하였다. 그림 10은 적용된 회로도를 나타낸다.

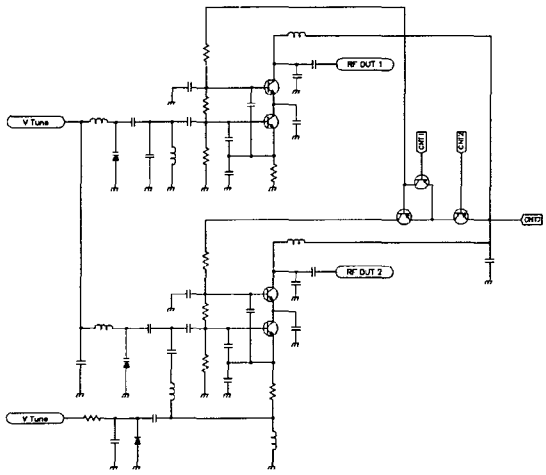

그림 10. 트리플 밴드 VCO 회로도

Ⅳ. 제작 및 측정

트리플 밴드 VCO는 이동통신부품인 휴대용전화기에 사용되는 것으로 소형화가 필수적이다. 소형화를 위해서 사용된 PCB는 FR-4인 유전체 4.6 두께 0.8mm 4층 구조의 기판을 사용했으며 인덕터는 마이크로 스트립 라인을 이용하여 Coil Pattern층에 내장하여 크기는 9.5mm x 6.5mm 로 설계하였다. 그림 11은 다층구조를 가지는 PCB 단면과 설계 제작된 모듈이다.

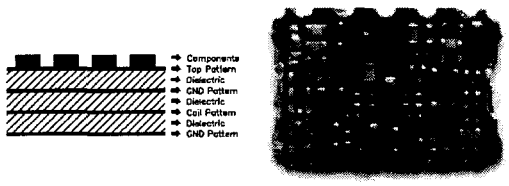

그림 11. PCB 단면도 및 제작된 트리플 밴드 VCO

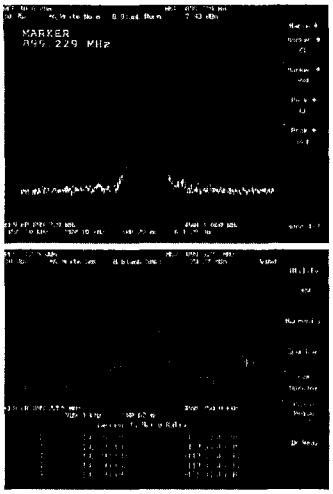

그림 12. GSM 측정파형

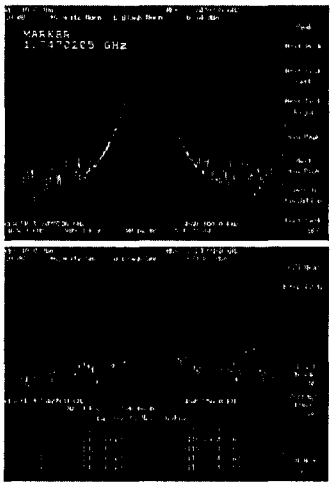

그림 13. DCS1800 측정파형

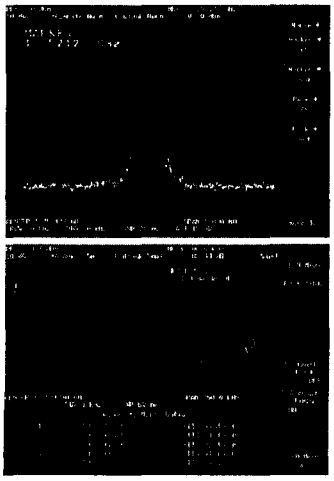

그림 14. PCS 측정파형

그림 12, 13, 14는 각 대역에서 측정된 전력과 위상잡음파형이고 표 1은 측정된 결과를 나타낸다.

항목	측정값
Frequency	GSM : 862~922 MHz DCS1800 : 1698~1796 MHz PCS : 1693~1790 MHz
Power	GSM : 7.43 dBm DCS1800 : 6.14 dBm PCS : 0.3 dBm
C/N	-116dBc @100KHz

표 1. 측정결과

V. 결론

본 논문에서는 최근 들어 정보통신 산업의 급속한 수요 확대와 발전에 있는 이동 통신용 핵심 부품인 트리플 밴드 초소형 전압제어발진기를 설계 제작하였으며 회로설계시 범용 시뮬레이터를 이용하여 최적화된 회로를 설계하였으며 PCB 패턴 설계시 CAD를 이용함으로써 정밀도와 치수 안정성을 높일 수 있었다. 트리플 밴드 전압제어발진기의 결과로서 880~915MHz, 1720~1785MHz, 1720~1780MHz대가 출력되었고 위상잡음은 -116dBc @100KHz의 양호한 결과를 얻었다. PCB 패턴 설계능력이 향상되면 더 작은 소형화가 가능 할 것으로 예상된다.

VI참고문헌

[1] David M. Pozar, Microwave Engineering, Second Edition, Wiley, 2000

[2] Cuillermo Gonzalez, Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design, Second Edition, Premtice Hall, 1997

[3] Reinhold Ludwig, RF Circuit Design Theory and Applications, Premtice Hall, 2000

[4] Pieter L. D. Abrie, RF And Microwave Amplifiers And Oscillators, Artech House, 1999

[5] Randall W. Rhea, Oscillator Design and Computer Simulation, , 1995

[6] Switchable Dual-Band 170/420 MHz VCO for Handset Cellular Applications, Application Note, Alpha