

# 전압제어 발진기의 동조전압에 따른 위상잡음 특성 개선

\*류근관, \*\*신동환, \*\*염인복, \*\*\*이문규, \*\*\*\*오승업  
\*한밭대학교, \*\*한국전자통신연구원, \*\*\*서울시립대학교, \*\*\*\*충남대학교  
\*kkryu@hanbat.ac.kr, \*\*dhshin@etri.re.kr, \*\*ibyom@etri.re.kr, \*\*\*mqlee@uos.ac.kr

## Improvement of Phase Noise Characteristics for Tuning Voltage in Voltage Controlled Oscillator

\*Keun-Kwan Ryu, \*\*Dong-Han Shin, \*\*In-Bok Yom, \*\*\*Moon-Que Lee, \*\*\*\*Seung-Hyeub Oh  
\*Hanbat National University, \*\*Electronics and Communications Research Institute, \*\*\*University of Seoul,  
\*\*\*\*Chungnam National University

### 요약

전압제어 발진기의 위상잡음 특성을 개선하기 위해 결합 마이크로스트립라인을 이용하여 공진주파수를 동조하는 변형된 구조의 주파수 동조회로를 제안한다. 위상잡음 특성이 개선됨을 실험적으로 입증하기 위해 주파수 동조회로를 제외하면 같은 구조를 갖는 2 개의 9.8GHz HEMT 전압제어 발진기를 설계 및 제작하였다. 측정결과 결합 마이크로스트립라인의 주파수 동조회로를 갖는 제안된 구조의 전압제어 발진기가 일반적인 전압제어 발진기에 비해 100KHz 오프셋 지점에서 8dBc/Hz 이상의 위상잡음 특성 개선효과를 나타내었다.

### 1. 서론

최근 상업용 무선통신 및 이동통신의 발달에 힘입어 마이크로웨이브 대역의 송수신기에 대한 기술적 발달을 가져왔으며, 그 사용 주파수 또한 S-band(2-4GHz)에서 Ku-band(12-14GHz) 및 Ka-band(26.5-40GHz)로 확대되고 있다. 이러한 통신시스템에 사용되는 국부발진기는 전체 시스템의 안정성에 가장 큰 영향을 미치므로 매우 중요한 소자로서 여겨지고 있으며 위상잡음 특성 및 신뢰성이 주요 판단이 된다. 뿐만 아니라 전체 시스템의 소형화 및 가격 절감에 국부발진기의 영향이 크므로 이에 대한 연구가 주를 이루어 진행되고 있다[1].

이러한 국부발진기는 고안정의 기준신호에 전압제어 발진기의 위상을 고정시키는 방식으로 X-band 용 국부발진기의 구조로는 현재까지 상용화된 PLL chip 을 사용하여 1~2GHz 대역에서 위상고정시킨 후에 증폭기, 필터, 체배기 등을 거쳐 X-band 의 source 를 얻는 방법이 있다[2]. 그러나 이러한 경우 여러단의 증폭기 및 체배기를 사용함으로써 능동소자의 수를 증가시켜 신뢰성을 떨어뜨리는 원인이 될 수 있다. 또 다른 방법으로는 X-band 의 전압제어 발진기를 구현하고 SPD (Sampling Phase Detector)를 이용하여 위상고정하는 방식이 사용되기도 한다[3,4].

위상고정회로는 이미 범용화 되어 Ku-band 대역에서도 구현되고 있으므로 결국 국부발진기의 핵심 요소인 전압제어 발진기를 어떻게 설계하는가에 국부발진기의 성능이 좌우된다. 특히, 기준신호를 이용한 위상고정 발진기의 경우 loop 대역 내의 위상잡음은 기준신호의 위상잡음에 의존하지만, loop

대역 밖의 위상잡음은 전압제어 발진기의 위상잡음이 그대로 나타나므로 전압제어 발진기의 위상잡음을 개선하는 것은 바로 통신시스템의 성능개선과 밀접한 관계에 있다.

일반적으로 바랙터 다이오드를 사용하는 전압제어 발진기에서 동조회로에 낮은 제어전압을 인가하면 바랙터 다이오드의 커패시턴스가 증가하여 공진기의 부하 양호도(loaded Q factor)를 감소시켜 위상잡음이 증가하게 된다. 본 논문에서는 전압제어 발진기의 위상잡음을 개선하기 위하여 공진기와 결합하는 마이크로스트립라인을 고임피던스 인버터로 구현하고, 전압제어 발진기에 낮은 제어전압이 인가될 경우 나빠지는 위상잡음 특성을 개선하기 위해 결합 마이크로스트립라인을 갖는 변형된 구조의 주파수 동조회로를 설계하였다.

### II. 저위상잡음 발진기의 설계

설계하고자 하는 발진기의 구조는 직렬커패형 구조로서 일반적으로 많이 사용되고 있는 유전체 공진 발진기의 구조이다. 이는 외부부하 변동에 따른 발진주파수의 변화가 적고 제작이 수월하다는 특징을 가지고 있다. 발진기의 능동소자로는 Fujitsu사에서 제공하는 FHX35LG HEMT 를 사용하였으며 HEMT 의 소오스 단자에 연결된 저항에 의해 자기 바이어스 되어 있다. 기판은 15mil 두께의 TMM3 를 사용하였으며 유전율은 3.27 이다. 일반적으로 발진기에 많이 사용되는 공진기는 유전체 공진기로서 크기가 작고 온도 변화에 안정하며