

차량 충돌 예방 레이더용 24GHz 전압제어발진기 설계

성명우* · 최성규* · 김성우* · 류지열* · 노석호**

*부경대학교 · **안동대학교

Design of 24GHz Voltage-Controlled Oscillator for Automotive Collision Avoidance Radar

Myeong-U Sung* · Seong-Kyu Choi* · Jae-Hwan Lee* · Sung-Woo Kim* · Jee-Youl Ryu* · Seok-Ho Noh**

*Pukyong National University · **Andong National University

E-mail : ryujy@pknu.ac.kr

요 약

본 논문은 차량 충돌 예방 레이더용 24GHz 전압제어발진기를 제안한다. 이러한 회로는 TSMC 0.13 μ m 혼성신호/고주파 CMOS 공정($f_T/f_{MAX}=120/140$ GHz)으로 설계되어 있다. 이러한 회로는 스위치형 공진기 (switched resonator)의 기본 구조를 지닌 24GHz 주파수 대역을 사용할 수 있도록 CMOS LC 튜닝 회로를 포함하고 있다. 특히 전체 칩 면적을 줄이기 위해 수동형 인덕터 대신 능동형 인덕터부를 사용하였다. 본 연구에서 개발한 발진기는 전체 튜닝 범위에 대해 24GHz에서 8%의 측정 결과를 보였으며, 600kHz 오프셋에서 24GHz에 대해 약 -89dBc/Hz의 우수한 위상 잡음 특성을 보였다.

키워드

차량 충돌 예방, 고주파 레이더, 시스템-온-칩, 24GHz, 전압제어발진기

I. 서 론

차세대 지능형 자동차의 핵심기술로서 ‘차량 충돌 경보 시스템’을 들 수 있다. 이러한 시스템은 주요 부품 중의 하나인 초고주파 레이더를 활용한다. 차량용 레이더는 물체의 거리 및 움직이는 속도 등을 검출하기 위한 것으로 차량 충돌 예방 측후방 감시용 단거리 레이더가 있으며, 이러한 레이더는 30m 이내의 물체를 검출할 수 있어야 하므로 24GHz 대역의 주파수를 사용한다. 차량용 레이더에 대한 많은 연구가 진행 중이다 [1-3].

본 연구에서는 차량 충돌 예방 레이더용 24GHz 전압제어발진기를 제안하고자 한다. 이러한 회로는 TSMC 0.13 μ m CMOS 공정으로 설계되어 있다. 전체 칩 면적을 줄이기 위해 수동형 인덕터 대신 능동형 인덕터부를 사용하였다.

II. 본 론

고주파 수신기를 실현하는데 있어서 어려운 구성 요소 중의 하나가 전압 제어 발진기이다. 그림 1은 이러한 문제점을 없애고자 본 연구에서 제안하는 전압 제어 발진기를 나타낸 것이다. 이러한 회로는 스위치형 공진기의 기본 구조를 지닌 24GHz 주파수 대역을 사용할 수 있도록 CMOS LC 튜닝 회로를 포함하고 있다. 본 연구에서 제안하는 발진기의 특이한 점은 24GHz를 스위칭하기 위해 스위치형 공진기를 사용한 점이다. 스위치형 공진기는 spiral 인덕터 (L_1 또는 L_2), 트랜지스터들과 전류원으로 구성된 능동형 인덕터부 (M_{1a} , M_{2a} 및 I_{s1} 또는 M_{1b} , M_{2b} 및 I_{s2}) 및 능동형 인덕터와 평행하게 연결되어 있는 스위칭 트랜지스터 (M_4 또는 M_5)로 구성되어 있다. 특히 전체 칩 면적을 줄이기 위해 수동형 인덕터 대신 능동형 인덕터부를 사용하였다.

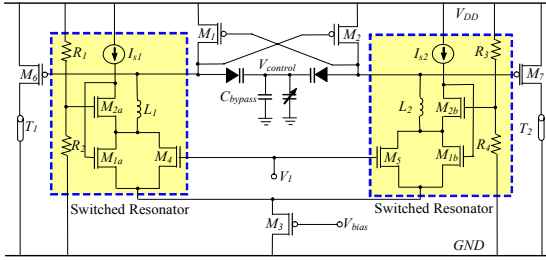


그림 1. 스위칭형 이중 대역 전압제어발진기

III. 시뮬레이션 및 실험 결과

그림 2는 24GHz에서 주파수에 따른 튜닝 특성을 나타낸 것이다. 이러한 튜닝 특성은 발진기의 선형성과도 밀접한 관련이 있다. 즉 선형성이 우수한 발진기일수록 광대역 튜닝범위를 가진다. 주파수 증가에 따라 선형적인 증가 튜닝 전압 특성을 보일수록 그 튜닝주파수 범위내의 신호는 진폭왜곡이 적다. 본 연구에서 개발한 발진기는 전체 튜닝 범위에 대해 24GHz에서 8%의 측정 결과를 보였다.

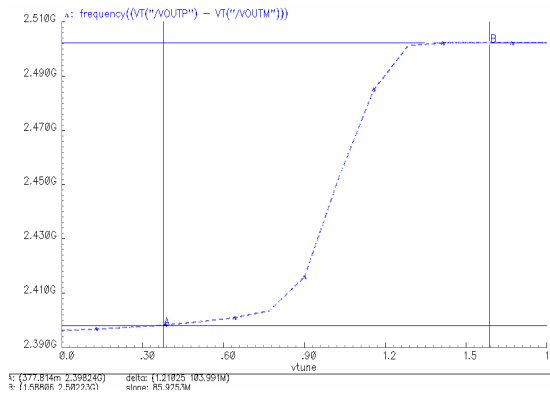


그림 2. 튜닝특성

그림 3은 24GHz에서 위상잡음 특성을 나타낸 것이다. 600kHz 오프셋에서 24GHz에 대해 약 -89dBc/Hz의 위상 잡음 특성을 보였다. 본 연구에서 개발한 전압 제어 발진기의 위상 잡음이 발표된 연구결과에 비해 비교적 큰 이유는 LC 공진기의 구조가 잡음이 적은 기존의 수동형 인덕터를 사용하지 않고 잡음에 민감한 능동형 인덕터를 사용하였기 때문이다. 그림 3에서 꼬리 전류 공급용 트랜지스터(M3)로 인해 발생하는 위상 잡음(phase

noise)을 최소로 줄이기 위해 대역 저지 필터링(notch filter) 기술을 적용하였다.

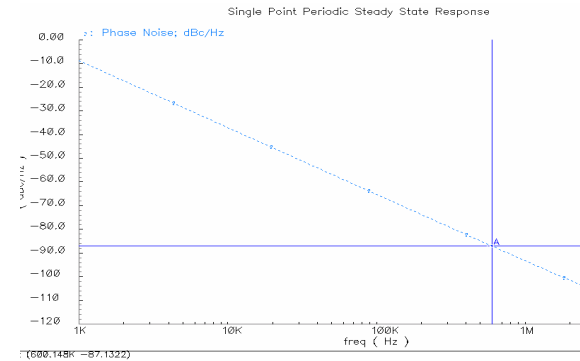


그림 3. 위상 잡음

IV. 결론

본 논문에서는 차량 추돌 예방 레이더용 24GHz 전압제어발진기를 제안하였다. 이러한 회로는 TSMC 0.13 μ m 혼성신호/고주파 CMOS 공정(f_T/f_{MAX} =120/140GHz)으로 설계되어 있다. 본 연구에서 개발한 발진기는 전체 튜닝 범위에 대해 24GHz에서 8%의 측정 결과를 보였으며, 600kHz 오프셋에서 24GHz에 대해 약 -89dBc/Hz의 우수한 위상 잡음 특성을 보였다.

감사의 글

This work was supported by the Basic Research of NRF, Korea (2010-0021768, Development of Dual-Band 24GHz/77GHz CMOS System-on-Chip for Advanced Safety Vehicle Radar).

참고문헌

- [1] J. Y. Ryu *et. al.*, "Programmable RF System for RF System-on-Chip", Communications in Computer and Information Science, Vol. 120, No. 1, pp. 311- 315, Dec. 2010.
- [2] Z. Wu and X. Li, "On-Chip micromachined solenoid balun for RF-SOC applications", Electronics Letters, Vol. 45, No. 8, pp. 409-411, April 2009.
- [3] M. Törmänen and H. Sjöland, "A 24 GHz VCO with 20 % tuning range in 130-nm CMOS using SOP Technology", 2009 IEEE RFIC Symposium, Vol. 13, No. 1, pp. 473-476, June 2009.