

차량 충돌 방지 장거리 레이더용 77-GHz CMOS 믹서 설계

김신곤*·최성규*·김철환*·성명우*·임재환*·Habib Rastegar*·최근호*·류지열*·노석호**

*부경대학교 · **안동대학교

Design of 77-GHz CMOS Mixer for Long Range Radar Application of Automotive Collision Avoidance

Shin-Gon Kim*·Seong-Kyu Choi*·Cheol-Hwan Kim*·Myeong-U Sung*·Jae-Hwan Lim*·Habib

Rastegar*·Geun-Ho Choi*·Jee-Youl Ryu*·Seok-Ho Noh**

*Pukyong National University · **Andong National University

E-mail : ryujy@pknu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 장거리 레이더용 차량 충돌 방지 77-GHz CMOS 믹서를 제안한다. 이러한 회로는 2볼트 전원전압에서 동작하며, 저 전압 전원 공급에서도 높은 변환 이득과 낮은 변환 손실 및 낮은 잡음지수를 가지도록 설계되어 있다. 제안한 회로는 TSMC 0.13 μm 혼성신호/고주파 CMOS 공정 ($f_T/f_{MAX}=120/140\text{GHz}$)으로 설계하였다. 전체 칩 면적을 줄이기 위해 수동형 인덕터 대신 전송선 (Transmission Line)을 이용하였다. 본 논문에서 설계한 믹서는 약 5.2dB의 우수한 변환이득 특성과 2.1dBm의 우수한 IIP3 특성을 보였다.

키워드

차량 충돌 방지, 장거리 레이더, 77-GHz, 믹서, CMOS 공정

I. 서 론

지능형 자동차란 여러 기술 융합을 통하여 안전성 및 편의성을 획기적으로 향상시킨 자동차라 정의할 수 있다. 이러한 자동차는 매우 광범위한 분야에 걸쳐 있어 미래 자동차 산업의 고부가가치화를 위한 핵심기술로 각광받고 있다. 이러한 지능형 자동차의 핵심 부품 중의 하나는 주행 중 차간의 거리를 실시간으로 검출한 후 이를 운전자에게 전달해 주는 전방 감시용 장거리 레이더 (Long Range Radar, LRR)에 연구가 진행되어 왔다[1]-[5]. 전방 감시용 장거리 레이더는 77-GHz 대역의 주파수를 사용하여 150m까지의 물체를 검출할 수 있다.

본 논문은 장거리 레이더를 이용한 차량 충돌 방지 77-GHz CMOS 믹서를 제안한다.

제안한 회로는 TSMC 0.13 μm 혼성신호/고주파 CMOS 공정 ($f_T/f_{MAX}=120/140\text{GHz}$)으로 설계하였다.

II. 본 론

그림 1은 본 연구에서 제안하는 77-GHz CMOS 광대역 double-balanced 길버트 셀 down-conversion I/Q 믹서를 나타낸 것이다. 이러한 회로는 resistive degeneration을 가지고, 2볼트 전원전압에서 동작하며, 저전압 전원 공급에서도 높은 변환 이득과 낮은 변환 손실 및 낮은 잡음지수를 가지도록 설계하였다. 전체 시스템이 더 우수한 잡음 지수와 더 높은 SNR을 가지도록 하기 위해 차동 입력 구조로 설계하였다. 전체 칩 면적을 줄이고 사양에 적합한 정확한 line phase shift를 얻기 위해

인덕터 대신 전송선 $T_1 \sim T_6$ 을 사용하였다. T_1 과 T_2 는 소스 degeneration 인덕터 역할을 하고, T_3 과 T_4 는 차동입력을 50ohm으로 정합시키기 위해 사용하였다.

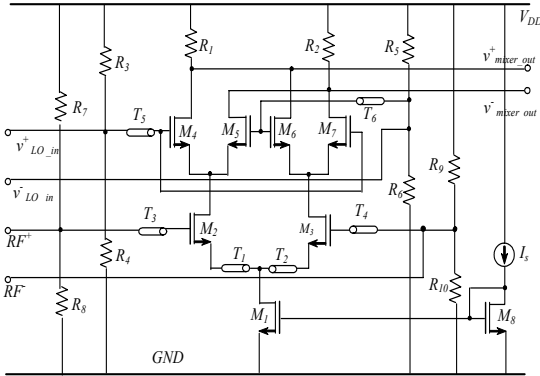


그림 1. 77-GHz CMOS 믹서

III. 시뮬레이션 및 실험 결과

그림 2는 77-GHz Gilbert 셀 믹서에 대한 입력/출력 반사손실 (S_{11}/S_{22}) 특성을 나타낸 것이다. 반사손실 및 칩 면적을 줄이기 위해 인덕터 대신 전송선 $T_1 \sim T_6$ 을 사용하였고, degeneration 인덕터(T_1 과 T_2)를 사용하여 반사손실 특성을 향상시켰다. 그림 2로부터 알 수 있듯이 본 연구에서 제안하는 믹서는 77-GHz에서 기존 연구보다 약 30% 개선된 약 -39dB의 매우 우수한 특성을 보였다.

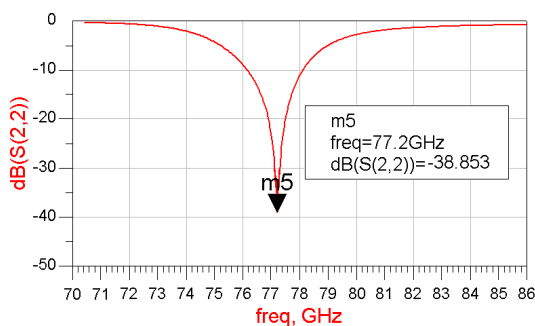


그림 2. 믹서 입력/출력 반사손실 (S_{11}/S_{22})

그림 3은 믹서의 변환이득 (S_{21}) 특성을 나타낸 것이다. 그림 3에서도 알 수 있듯이 77-GHz의 동작주파수에서 약 11dB의 우수

한 특성을 보였다.

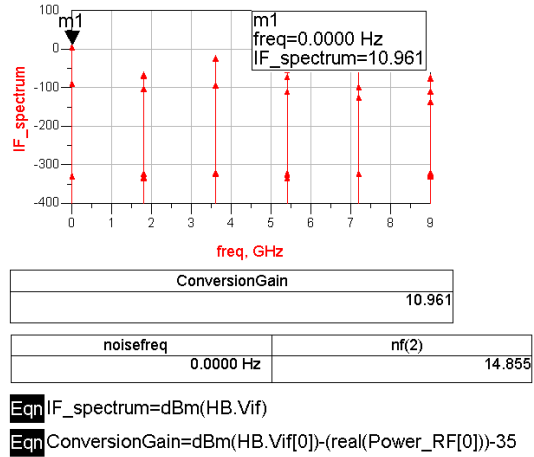


그림 3. 변환이득 (S_{21})

IV. 결론

본 논문은 차량 전방 충돌 방지 레이더용 77-GHz CMOS 믹서를 제안하였다. 제안한 회로는 TSMC 0.13 μ m CMOS 공정($f_T/f_{MAX} = 120/140$ GHz)으로 구현하였다. 본 연구에서 제안하는 회로는 기존의 연구결과에 비해 약 -39dB의 가장 우수한 입력/출력 반사손실과 약 11dB의 우수한 변환이득 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] 김철환, 김신곤, 임재환, 류지열, 노석호, "Design of 24GHz Mixer for Automotive Collision Avoidance Radar," 한국정보통신학회 추계 발표 논문집, 제 17권, 제 2호, pp. 708-709, 2013년 10월.
- [2] 김신곤, 이정훈, 류지열, 노석호, "Design of 77GHz RF Front-End for Automotive Collision Avoidance Radar", 한국정보통신학회 추계 발표 논문집, 제 16권, 제 2호, pp. 815-817, 2012년 10월.

- [3] H. Veenstra, E. van der Heijden, M. Notten, and G. Dolmans, "A SiGe-BiCMOS UWB Receiver for 24 GHz Short-Range Automotive Radar Applications", 2007 IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, Vol. 7, No. 1, pp. 1791-1794, June 2007.
- [4] P. Uhlig, C. Günner, S. Holzwarth, J. Kassner, R. Kulke, A. Lauer, and M. Rittweger, "LTCC Short Range Radar Sensor for Automotive Applications", 37th International Symposium on Microelectronics, Vol. 37, No. 1, pp. 1-5, Nov. 2004.
- [5] E. van der Heijden, H. Veenstra, and R. Havens, "16-26GHz Low Noise Amplifier for short-range automotive radar in a production SiGe:C technology", 2007 IEEE Topical Meeting on Silicon Monolithic Integrated Circuits in RF Systems, Vol. 10, No. 1, pp. 241-244, Jan. 2007.