

# 차량 충돌 예방 레이더 시스템-온-칩용 24GHz 믹서 설계

김철환\* · 김신곤\* · 임재환\* · 류지열\* · 노석호\*\*

\*부경대학교 · \*\*안동대학교

## Design of 24GHz Mixer for Automotive Collision Avoidance Radar

Cheol-Hwan Kim\* · Shin-Gon Kim\* · Jae-Hwan Lee\* · Jee-Youl Ryu\* · Seok-Ho Noh\*\*

\*Pukyong National University · \*\*Andong National University

E-mail : ryujy@pknu.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 차량 충돌 예방 레이더 시스템-온-칩용 24GHz 믹서(Mixer)를 제안한다. 이러한 회로는 24GHz의 동작주파수를 가지며, Gilbert 셀 구조로 구성된다. 이러한 회로는 TSMC 0.13 $\mu$ m 혼성신호/고주파 CMOS 공정 ( $f_T/f_{MAX}=120/140$ GHz)으로 설계되어 있다. 제안한 회로는 10.96dB의 변환이득으로 최근 발표된 연구결과 중 가장 우수한 수치를 보였다. 또한 7.62dBm의 우수한 IIP3의 특성과 -43.64dB의 입력/출력 반사손실 (S11/S22) 및 -49.3dB의 LO-RF간 격리 특성 (S12)으로 기존 연구결과 중 가장 우수한 결과를 각각 보였다.

### 키워드

차량 충돌 예방, 고주파 레이더, 시스템-온-칩, 24GHz, 믹서

### I. 서 론

지능형 차량의 대표적인 부품인 차량용 레이더는 물체의 거리 및 움직이는 속도 등을 검출하기 위한 것으로 추돌 예방 단거리 레이더를 들 수 있다. 이러한 레이더는 30m 이내의 물체를 검출할 수 있어야 하므로 24GHz 대역의 주파수를 이용한다. 이러한 레이더는 GaAs, SiGe HBT 또는 HEMT와 같은 고가의 반도체 공정 기술을 이용하거나 하이브리드 형태로 제작되어 왔지만 최근 CMOS 기술로도 제작 가능하다는 연구 결과가 발표되고 있으며, 많은 연구가 진행 중이다 [1-3].

본 연구에서는 24GHz 차량 추돌 예방 레이더 시스템-온-칩용 24GHz 믹서(Mixer)를 제안하고자 한다. 믹서는 24GHz의 동작주파수를 가지며, Gilbert 셀 구조로 구성되어 있다. 이러한 회로는 TSMC 0.13 $\mu$ m CMOS 공정으로 설계되었다.

### II. 본 론

그림 1은 본 연구에서 개발한 광대역 double-balanced 길버트 셀 down-conversion I/Q 믹서를 나타낸 것이다. 이러한 회로는 resistive degeneration을 가진다. 2볼트 전원 전압에서 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 입력을 가진 믹서를 설계하였다. RF 단으로의 LO 신호 누설 (leakage)은 그 자체 신호와 혼합되어 IF 단에 DC 오프셋을 유발시켜 시스템 성능을 저하시킨다. 회로 중심을 기준으로 대칭 구조를 가지는 이러한 double-balanced 구조는 결과적으로 원치 않는 신호 성분을 제거시키는 역할을 한다. 전체 칩 면적을 줄이고 사양에 적합한 정확한 line phase shift를 얻기 위해 인덕터 대신 전송선  $T_1 \sim T_6$ 을 사용하였다.

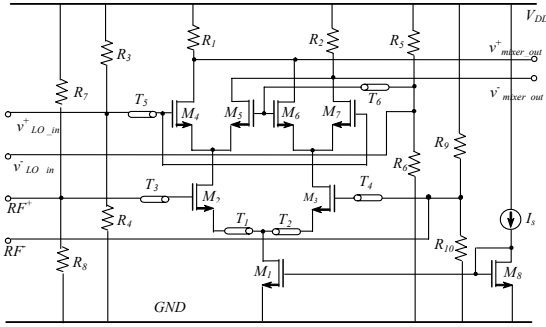


그림 1. Gilbert Cell 믹서 회로

### III. 시뮬레이션 및 실험 결과

그림 2~3은 24GHz Gilbert Cell 믹서에 대한 변환이득 (S21) 및 IIP3 대비 OIP3 특성을 각각 나타낸 것이다. 그림 2~3에서 알 수 있듯이 본 연구에서 개발한 24GHz Gilbert Cell 믹서는 10.96dB의 변환이득으로 최근 발표된 연구결과 중 가장 우수한 수치를 보였다. 또한 7.62dBm의 우수한 IIP3의 특성을 보였다.

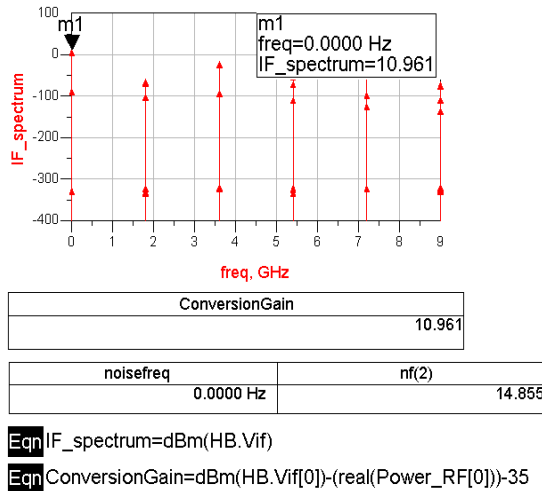


그림 2. 변환이득

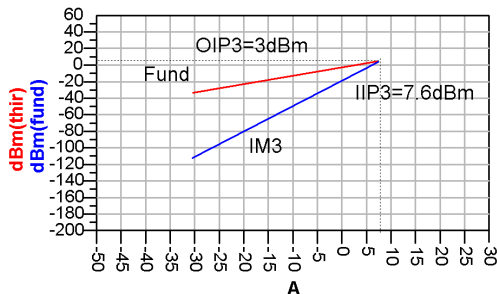


그림 3. IIP3 대비 OIP3

### IV. 결론

본 논문은 차량 충돌 예방 레이더 시스템-온-칩용 24GHz 믹서를 제안하였다. 이러한 회로는 24GHz의 동작주파수를 가지며, Gilbert 셀 구조로 구성되어 있다. 제안한 회로는 TSMC 0.13 $\mu$ m 혼성신호/고주파 CMOS 공정 ( $f_T/f_{MAX}$  =120/140GHz)으로 설계되어 있다. 개발된 믹서는 10.96dB의 변환이득으로 최근 발표된 연구결과 중 가장 우수한 수치를 보였고, 7.62dBm의 우수한 IIP3의 특성을 보였다.

### 감사의 글

본 과제(결과물)는 교육과학기술부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 연구결과입니다(2012-V-10, 차량 충돌 방지 레이더 시스템-온-칩 핵심부품: 전압제어발전기 및 믹서 설계).

### 참고문헌

- [1] J. Y. Ryu, S. W. Kim, D. H. Lee, S. H. Park, J. H. Lee, D. H. Ha, and S. U. Kim, "Programmable RF System for RF System-on-Chip", Communications in Computer and Information Science, Vol. 120, No. 1, pp. 311- 315, Dec. 2010.
- [2] F. Placentino *at. el.*, "Concurrent Circuit-Level /System-Level Optimization of a 24 GHz Mixer for Automotive Applications Using a Hybrid Electromagnetic/Statistical Technique", 2007 IEEE/ MTT-S International Microwave Symposium, Vol. 26, No. 1, pp. 1217-1220, June 2007.
- [3] I. Gresham and A. Jenkins, "A low-noise broadband SiGe mixer for 24GHz ultra-wideband automotive applications", Proceedings of 2003 Radio and Wireless Conference, Vol. 36, No. 1, pp. 361-364, 2003.