

차량 추돌 방지 단거리 레이더용 24-GHz CMOS 고주파 전력 증폭기 설계

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

Design of 24-GHz CMOS RF Power Amplifier for Short Range Radar Application of Automotive Collision Avoidance

Geun-Ho Choi*·Seong-Kyu Choi*·Cheol-Hwan Kim*·Myeong-U Sung*·Shin-Gon Kim*·Jae-Hwan
Lim*·Habib Rastegar*·Jee-Youl Ryu*·Seok-Ho Noh**

*Pukyong National University · **Andong National University

E-mail : ryujy@pknu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 단거리 레이더용 차량 추돌 방지 24-GHz CMOS 고주파 전력 증폭기 (RF Power Amplifier)를 제안한다. 이러한 회로는 class-A 모드 증폭기로서 단간 (inter-stages) 공액 정합 (conjugate matching) 회로를 가진 공통-소스 단으로 구성되어 있다. 칩 면적을 줄이기 위해 실제 인덕터 대신 전송선(Transmission Line)을 이용하였다. 제안한 회로는 TSMC 0.13 μm 혼성 신호/고주파 CMOS 공정 ($f_T/f_{MAX}=120/140\text{GHz}$)으로 설계하였다. 설계한 CMOS 고주파 전력 증폭기는 최근 발표된 연구결과에 비해 약 22dB의 높은 전력이득 및 7.1%의 높은 PAE 특성을 보였다.

키워드

차량 추돌 방지, 단거리 레이더, 24-GHz, 고주파 전력 증폭기, CMOS 공정, 전압이득

I. 서 론

최근 지능형 자동차에 대한 수요가 점점 더 요구되고 있다. 지능형 자동차는 기술적인 면에서나 상품 측면에서 매우 광범위한 분야에 걸쳐 있어 미래 자동차 산업의 고부가가치화를 위한 핵심기술로 각광받고 있다. 따라서 자동차의 전자화 및 지능화 추세에 따라 최근 지능형 자동차에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다[1]-[2]. 지능형 자동차의 핵심 부품 중의 하나는 앞차와 뒷차 간의 거리를 실시간으로 검출한 후 이를 운전자에게 신속하게 전달해 주는 측후방 단거리 레이더 (Short Range Radar, SRR)에 많은 연구가

진행되어 왔다[2]-[5]. 측후방 감시용 단거리 레이더는 24-GHz 대역의 주파수를 사용하여 30m 이내의 물체를 검출할 수 있다.

본 논문은 단거리 레이더를 위한 차량 추돌 방지 24-GHz CMOS 전력 증폭기를 제안한다. 제안한 회로는 TSMC 0.13 μm 혼성 신호/고주파 CMOS 공정 ($f_T/f_{MAX}=120/140\text{GHz}$)으로 설계하였다.

II. 본 론

그림 1은 본 연구에서 제안하는 24-GHz 2단 CMOS 고주파 전력 증폭기를 나타낸 것이다. 설계한 증폭기는 24-GHz의 초고주파

수에서 높은 전압 이득을 제공하기 위해 캐스코드 구조로 설계되어 있다. 전력증폭기는 class-A 모드 증폭기로서 단간 (inter-stages) 공액 정합 (conjugate matching) 회로를 가진 공통-소스 단으로 구성되어 있다. 전체 칩 면적을 줄이기 위해 임피던스 정합용으로 사용하는 인덕터 대신 전송선 $T_1 \sim T_{12}$ 를 사용하였다. 고주파 잡음, 전원 잡음 및 EMI를 줄이기 위해 decoupling 커패시터 $C_2 \sim C_4$ 및 $C_6 \sim C_7$ 를 사용하였다. V_{bias} 에는 전류원 회로가 연결될 수 있도록 회로를 설계하여 MOSFET의 게이트 바이어스 전압을 조절하였다.

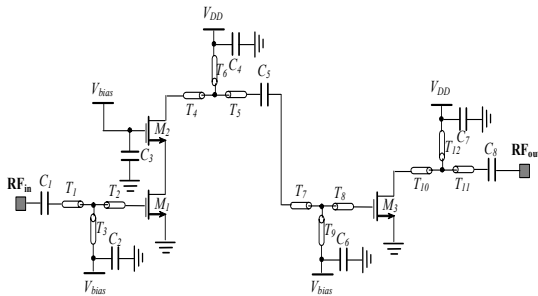


그림 1. 24-GHz CMOS 전력 증폭기

III. 시뮬레이션 및 실험 결과

그림 2는 전력 증폭기의 전력이득을 나타낸 것이다. G_T 는 Transducer Gain (power delivered to load/power available from the source), G_P 는 (Operating) Power Gain (power delivered to load/power to input the network)은 나타낸 것이고, 만약 전력 소스가 네트워크와 완전히 정합이 되었을 때, $G_T = G_P$ 의 특성을 보인다.

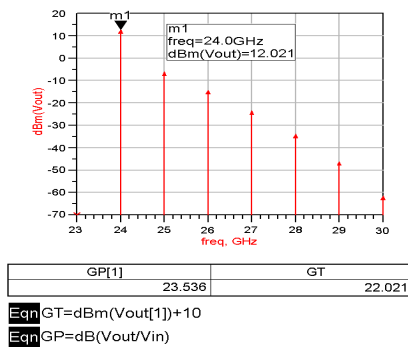


그림 2. 전력이득

그림 2에서 알 수 있듯이 24-GHz의 동작 주파수에서 약 22dB의 상당히 우수한 특성을 보였다.

그림 3은 전력 증폭기의 PAE (Power Added Efficient) 특성을 나타낸 것이다. 그림 3에서도 알 수 있듯이 24-GHz의 동작 주파수에서 7.1%의 우수한 특성을 보였다.

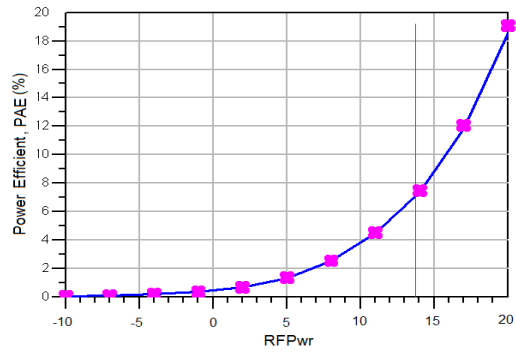


그림 3. PAE 특성

IV. 결론

본 논문은 차량 측후방 추돌 방지 레이더용 24-GHz 전력 증폭기를 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 22dB의 가장 우수한 전력이득과 7.1%의 우수한 PAE 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] 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 12월.
- [2] 박선영, 류지열, 김성운, 하덕호, 최연욱, "24GHz 차량 추돌 예방 레이더 시스템온-칩을 위한 자체 내부검사 회로 및 알고리즘", 한국정보기술학회 논문지, 제 9권,

제 8호, pp. 33-38, 2011년 8월.

- [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 MIT-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.