

# 저 전력 24-GHz CMOS 저 잡음 증폭기

성명우\*·Pushpa Chandrasekar\*·Habib Rastegar\*·최근호\*·김신곤\*·  
Murod Kurbanov\*·허성진\*·길근필\*\*·Abrar Siddique\*·류지열\*·노석호\*\*\*·윤민\*  
\*부경대학교·\*\*부산과학기술대학교·\*\*\*안동대학교

## Low-Power 24-GHz CMOS Low Noise Amplifier

Myeong-U Sung\*·Pushpa Chandrasekar\*·Habib Rastegar\*·  
Geun-Ho Choi\*·Shin-Gon Kim\*·Murod Kurbanov\*·Seong-Jin Heo\*·Keun-Pil Kil\*\*·  
Abrar Siddique\*·Jee-Youl Ryu\*·Seok-Ho Noh\*\*\*·Min Yoon\*  
\*Pukyong National University·\*\*Busan Institute of Science and Technology·  
\*\*\*Andong National University  
E-mail: ryujy@pknu.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 차량용 레이더를 위한 저 전력 24GHz CMOS 저 잡음 증폭기를 제안한다. 이러한 회로는 1.8볼트 전원에서 동작하며, 저 전력에서도 높은 전압 이득과 낮은 잡음지수를 가지도록 설계되어 있다. 제안한 회로는 TSMC 0.13 $\mu$ m 고주파 CMOS 공정으로 구현되어 있다. 제안한 회로는 최근 발표된 연구결과에 비해 저 전력동작에서 높은 전압이득 및 낮은 잡음지수 특성을 보였다.

### 키워드

차량용 반도체 레이더, 24GHz, CMOS, 저 잡음 증폭기

## I. 서 론

전기전자, 정보통신, 컴퓨터, 기계 및 자동차 공학의 융합화로 인해 차량도 점점 지능화되고 있다. 특히 주행 중 주변 환경을 자동으로 인식하여 운전자의 편의와 안전을 증진시키는 지능화 기술 개발은 미래 차량 핵심기술로써 인식하고 있다. 자율주행 자동차를 비롯하여 이러한 지능형 자동차는 무인 조종 상태에서 사고를 미연에 방지할 수 있는 각종 최첨단 전자·통신·제어 기술을 차량에 탑재하여 운전자의 주행 안전성, 편리성 및 효율성을 극대화시키고 있다[1-3]. 이러한 목표를 달성하기 위해 다양한 기술로 이러한 레이더를 제작하려는 연구가 활발히 진행 중

이다[1-4].

본 연구에서는 24GHz 레이더의 핵심 부품인 저 잡음 증폭기를 CMOS 공정을 이용하여 설계하였고, 최근 발표된 연구결과에 비해 저 전력동작에서도 높은 전압이득 및 낮은 잡음지수를 보임을 확인하였다.

## II. 본 론

그림 1은 본 연구에서 제안하는 24GHz CMOS 저 잡음 증폭기를 나타낸 것이다. 증폭기의 선형성을 향상시키고, 신호 왜곡을 줄이기 위해 입력 단을 완전 차동 구조로 설계하였다. 좌우 대칭 구조로 설계되어 있기

때문에 능동 및 수동 소자들이 중심선을 기준으로 동일한 값을 가진다. 전압이득을 향상시키기 위해 직렬 전송선  $T_9 \sim T_{10}$ 을 삽입하였고, 공진 효과를 이용하여 트랜지스터  $M_5$  및  $M_6$ 의 드레인 단자에서 발생하는 기생 커패시턴스들을 효과적으로 감소시켰다.  $M_2$ 와  $M_4$ 의 드레인 영역으로 안정된 직류 전력이 공급되고, 일정한 전류가 흐를 수 있도록 세심히 설계하였다. 커패시터  $C_3$  (또는  $C_4$ )는 저 잡음 증폭기의 전압이득을 조절하도록 삽입하였다.

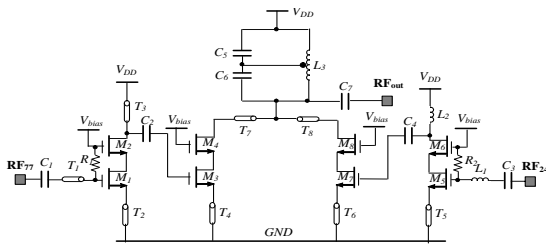


그림 1. CMOS 저 잡음 증폭기

### III. 시뮬레이션 및 실험 결과

그림 2는 주파수에 따른 저잡음 증폭기의 잡음지수를 나타낸 것이다. 그림 2에서도 알 수 있듯이 측정 결과는 24GHz의 동작주파수에서 3.48dB의 우수한 잡음 특성을 보였고, 모델링에 의한 결과와 비교해 볼 때 24 GHz의 동작주파수에서 1.5%이하의 우수한 오차 특성을 보였다.

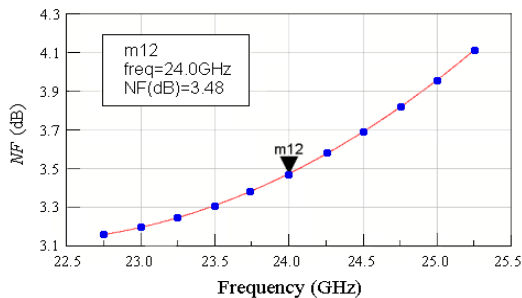


그림 2. 잡음지수

### IV. 결론

본 논문에서는 차량 추돌 방지 레이더를

위한 저 전력 24GHz CMOS 저 잡음 증폭기를 제안하였다. 제안한 회로는 0.13 $\mu$ m 고주파 CMOS 공정으로 설계하였다. 설계한 회로는 최근 발표된 연구결과에 비해 가장 높은 전압이득, 가장 낮은 잡음지수 및 가장 작은 칩 면적 특성을 보였다.

### 감사의 글

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (2015R1D1A3A01015753).

### 참고문헌

- [1] M-U Sung, H. Rastegar, G.-H. Choi, S.-G. Kim, M. Kurbanov, P. Chandrasekar, K.-P. Kil, J.-Y. Ryu, S.-H. Noh, and M. Yoon, "High Gain 24-GHz CMOS Low Noise Amplifier", Proceedings of Conference on Information and Communication Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 702-703, May 2016.
- [2] S.-W. Kim and J.-Y. Ryu, "Design of 24GHz Low Noise Amplifier for Automotive Radar", Journal of KIIT, Vol. 10, No. 7, pp. 41-47, Jul. 2012.
- [3] Y.-H. Chang *et. al.*, "A 24GHz Down-Conversion Mixer with Low Noise and High Gain", 2012 7th European Microwave Integrated Circuits Conference, Vol. 7, No. 1, pp. 285-288, Oct. 2012.
- [4] S.-H. Noh and J.-Y. Ryu, "Design of 24GHz Low Noise Amplifier for Short Range Radar of Automotive Collision Avoidance," Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 11, No. 10, pp. 23-28, October 2013.