



24 GHz RF CMOS radar transceiver for non-contact biosignal sensing applications

Geonwoo Park, Jinman Myung, Seungjik Lee, and Ilku Nam

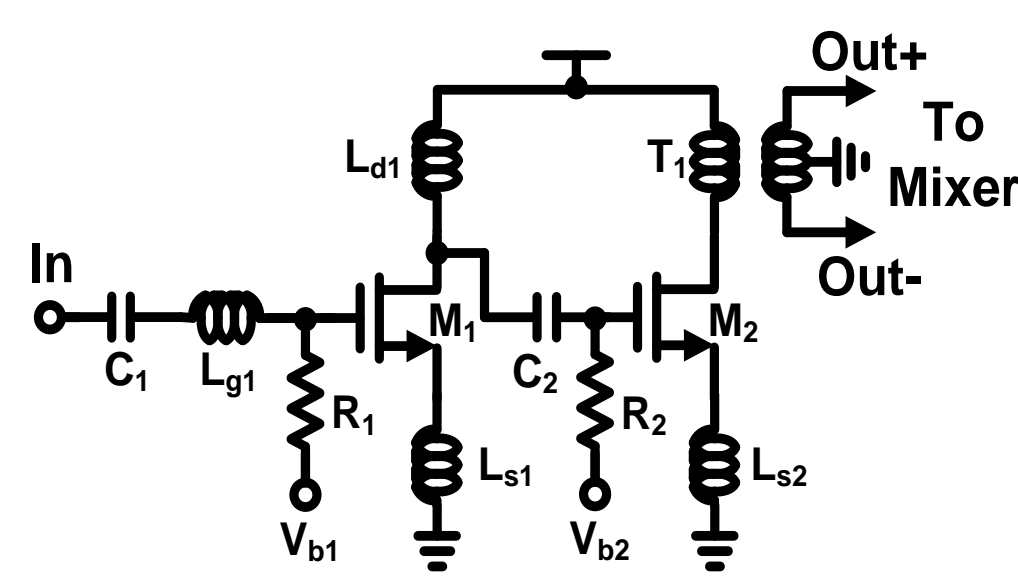
Department of electrical and electronic engineering, Pusan national university, Pusan, Korea

Introduction

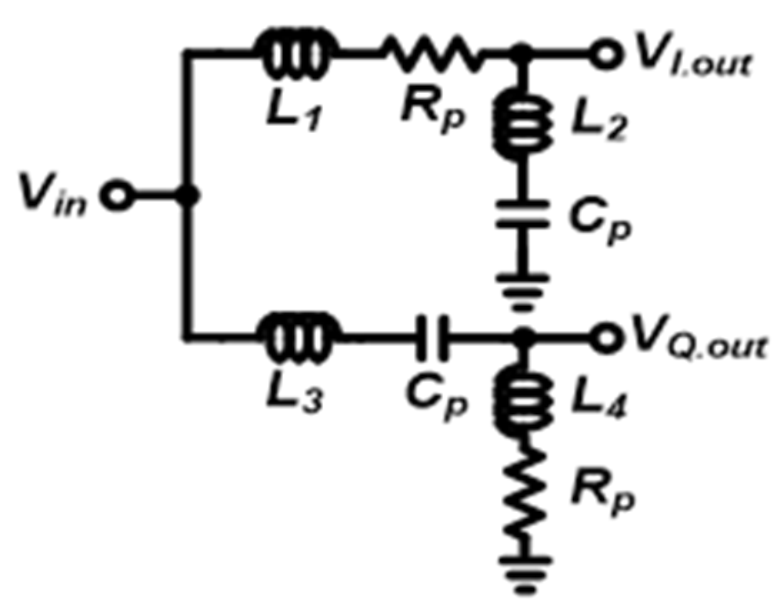
- 차량 내부의 운전자 생체 신호 센싱을 활용한 탑승자 안전, 충돌회피, 헬스케어 등을 접목한 스마트카 연구 개발 중
- 운전자의 자유로운 움직임에서도 mm 급 움직임을 검출할 수 있는 고분해능 비접촉 센싱 기술이 필요
- 이러한 고분해능 비접촉 생체 신호 감지를 위해 24 GHz 멀티 캐리어 스텝 채널 레이더 송수신기 설계 및 구현

24 GHz RF front-end

Receiver



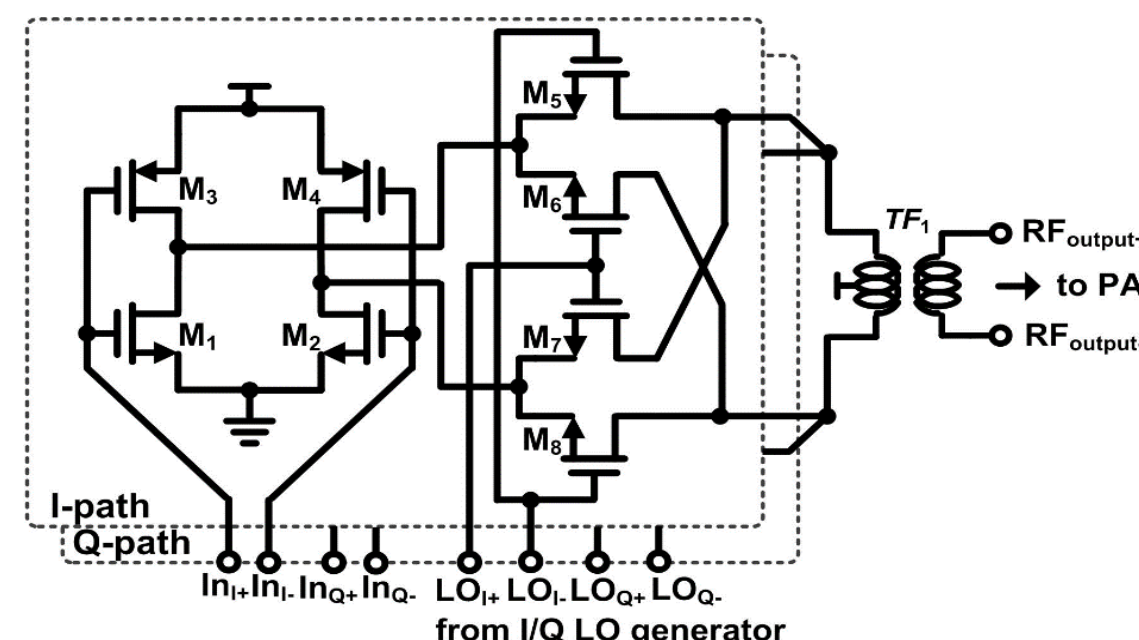
저잡음 증폭기 회로도



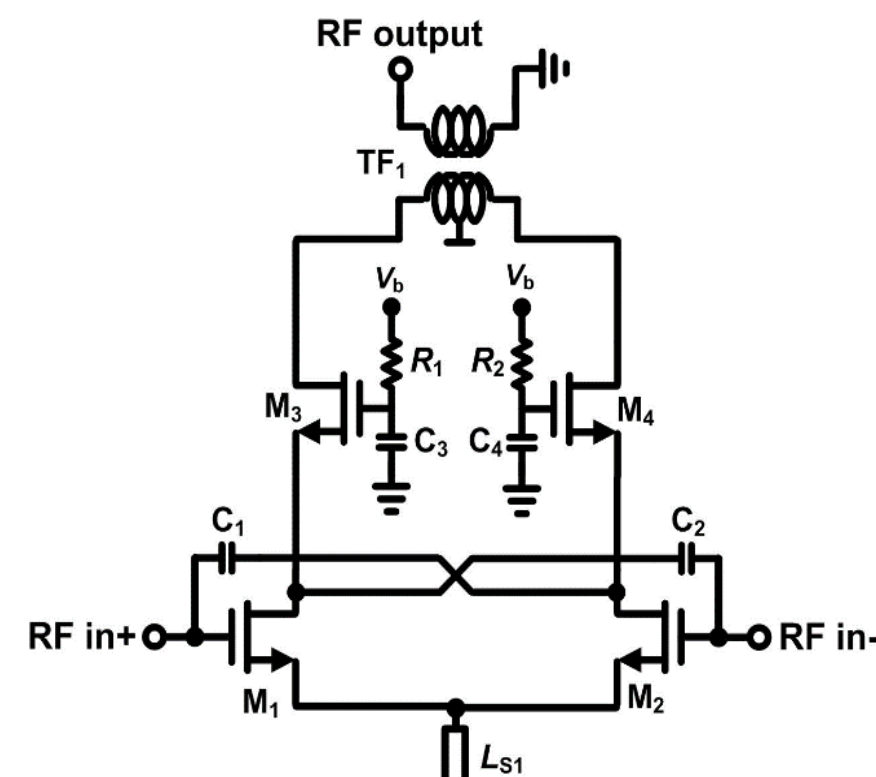
제안한 밀리미터파 I/Q 신호 발생 회로

- ✓ 수신기 회로
- 2단 공통 소스 싱글-차동 증폭기
- On-chip 트랜스포머 기반 Gm단과 스위칭 단을 분리한 I/Q down-conversion 믹서
 - DC 전류 분리를 통한 선형성 최적화
- 밸런싱 특성이 개선된 I/Q 신호 발생 회로 제안

Transmitter



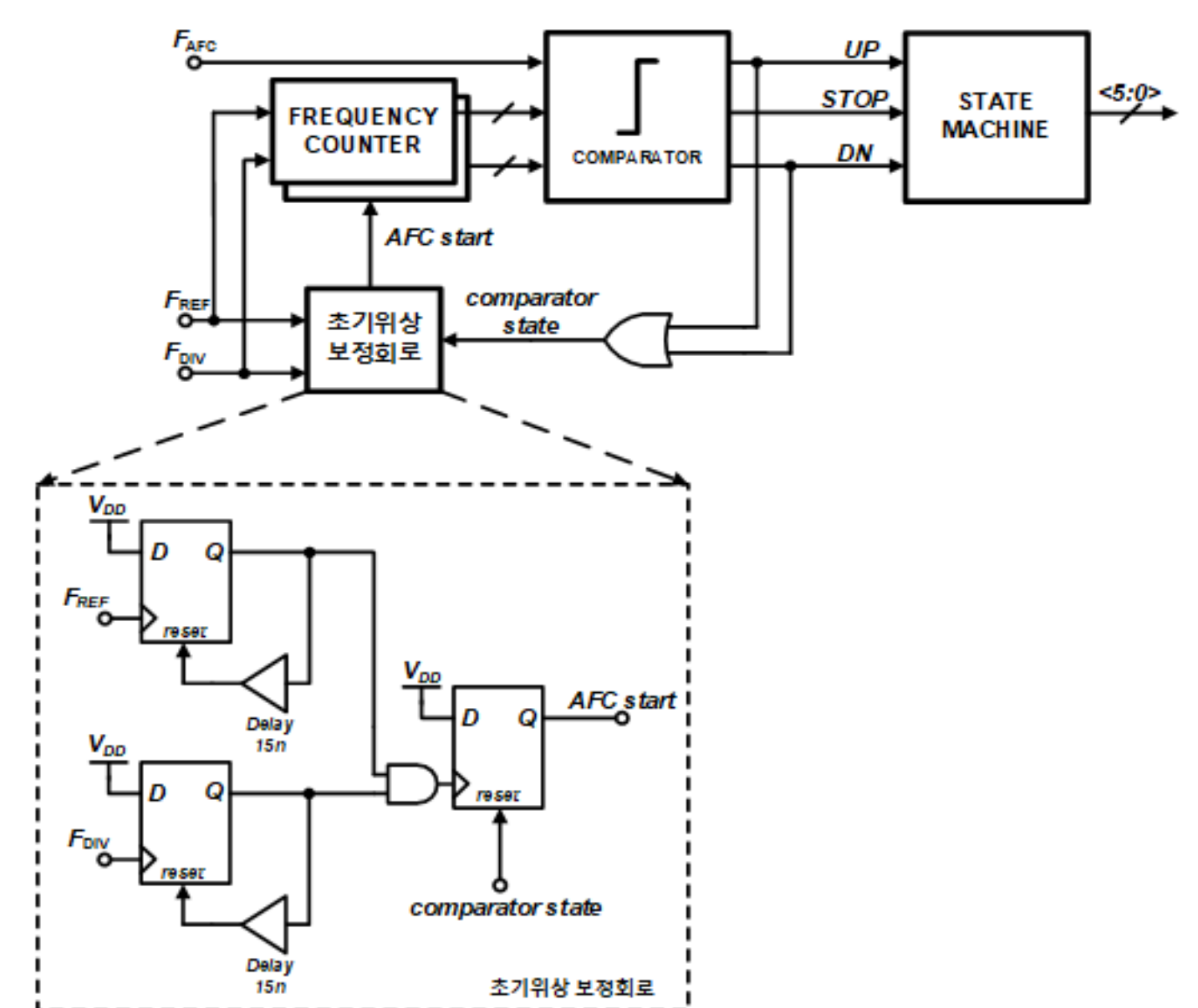
제안한 24 GHz I/Q 상향 변환 믹서



1-stage 전력 증폭기

- ✓ 송신기 회로
- 제안한 24 GHz I/Q up-conversion 믹서
 - 인버터 형태의 트랜스컨덕턴스 단 사용
 - 3차 하모닉을 상쇄를 통한 선형성 개선
- 1단 전력 증폭기
 - Capacitive cross-coupled neutralization 기법 및 cascode 구조 사용

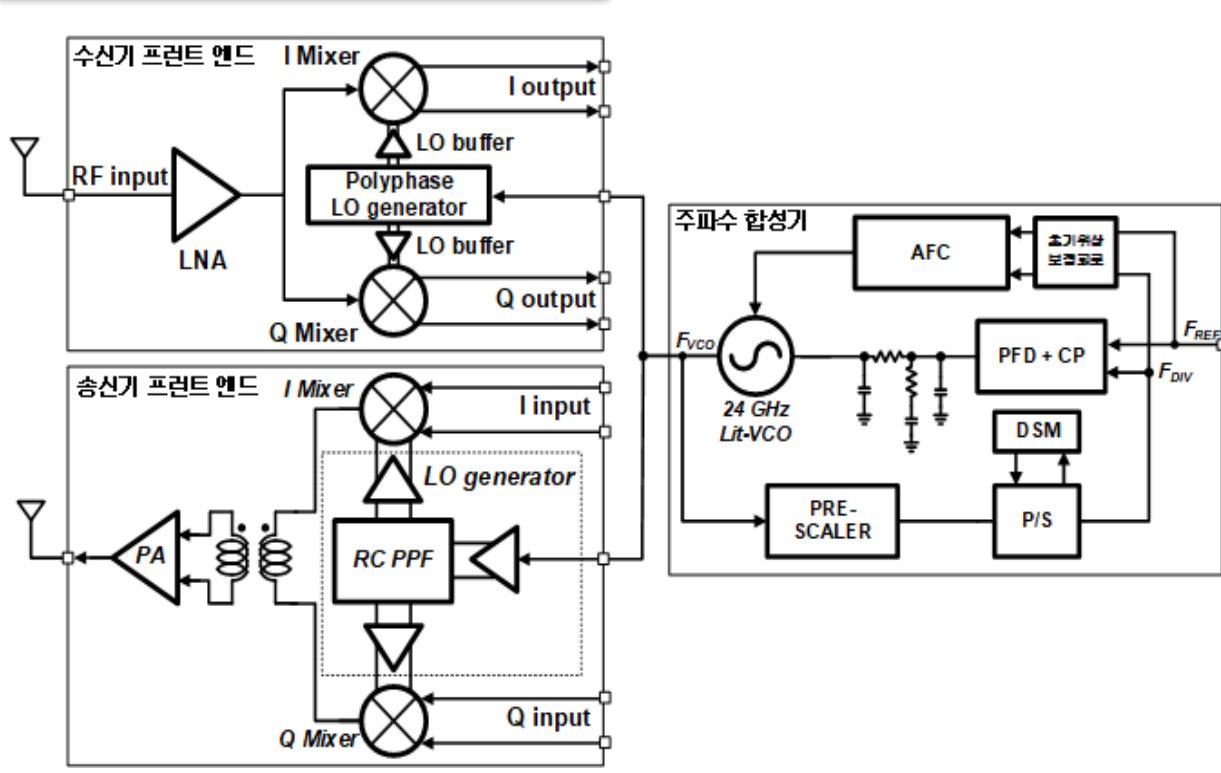
Frequency synthesizer



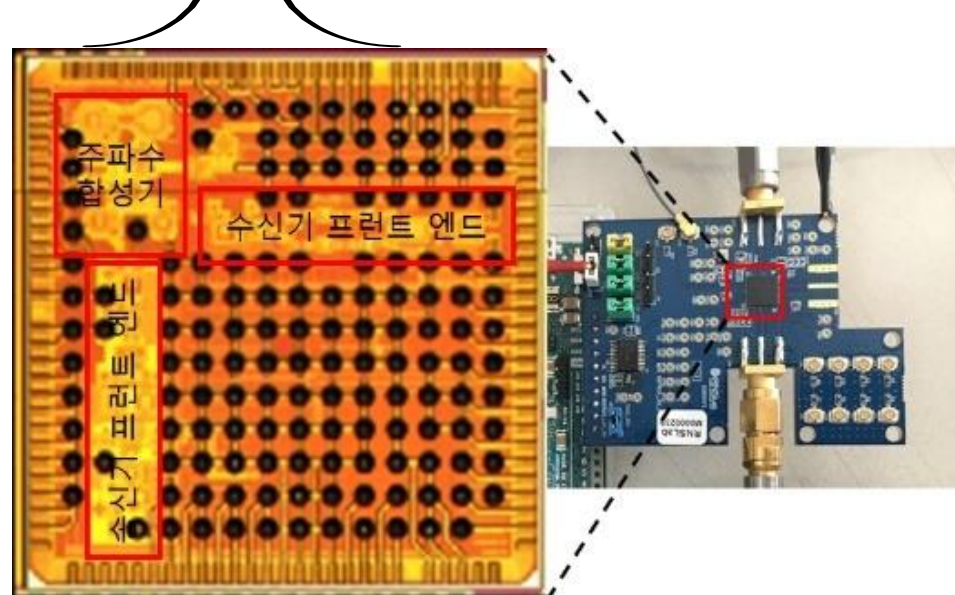
제안한 초기위상에 강인한 보정회로를 포함한 AFC

- ✓ 주파수 합성기
- Linear transconductance VCO 구조를 사용
 - NMOS의 비선형성 감소
- 초기위상에 강인한 보정회로를 포함한 AFC 제안

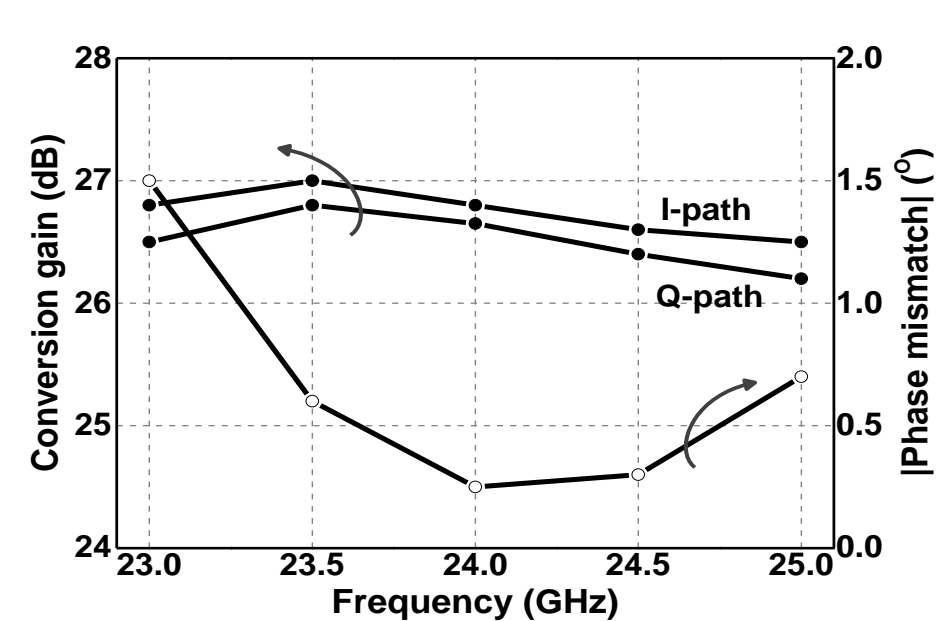
Results



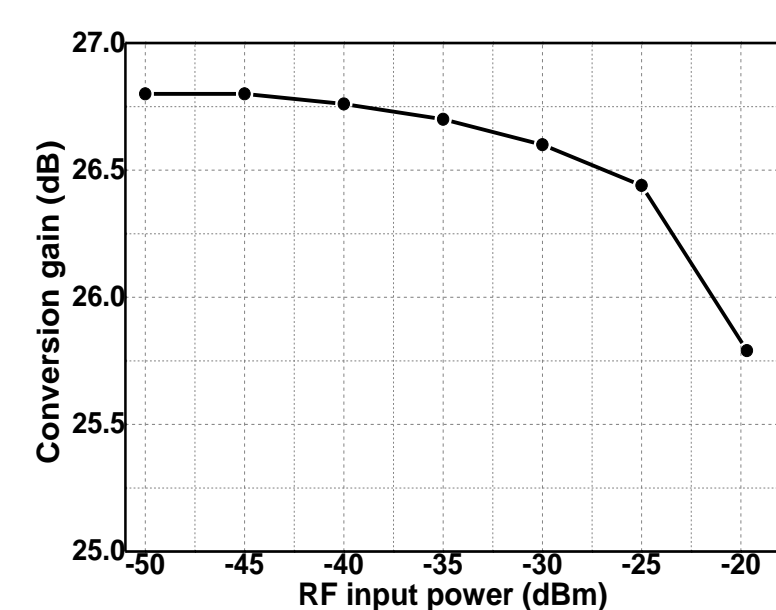
24 GHz 송수신기 프론트 엔드 블록도



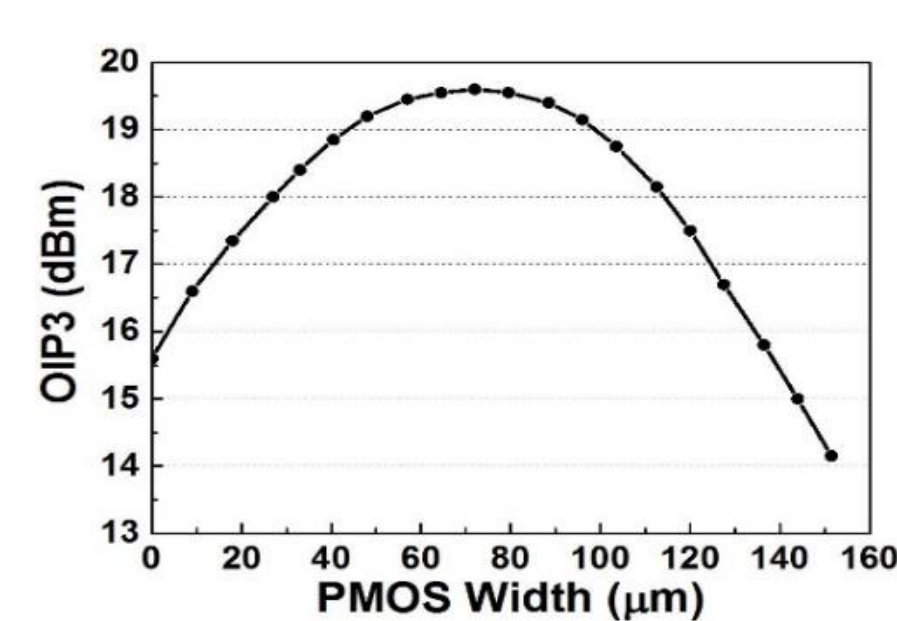
송수신기 프론트 엔드 칩 사진



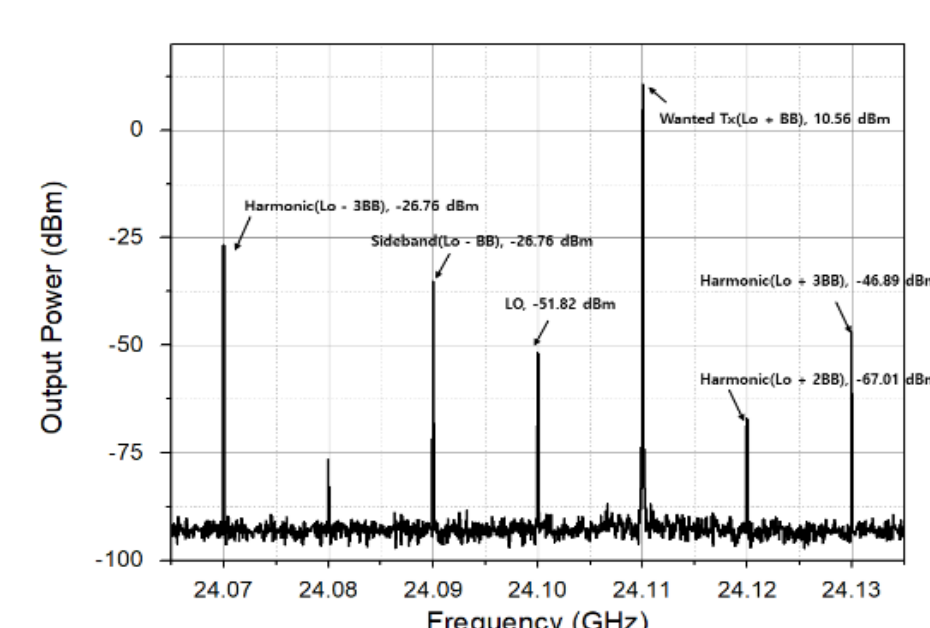
측정된 변환 이득 및 위상 불일치



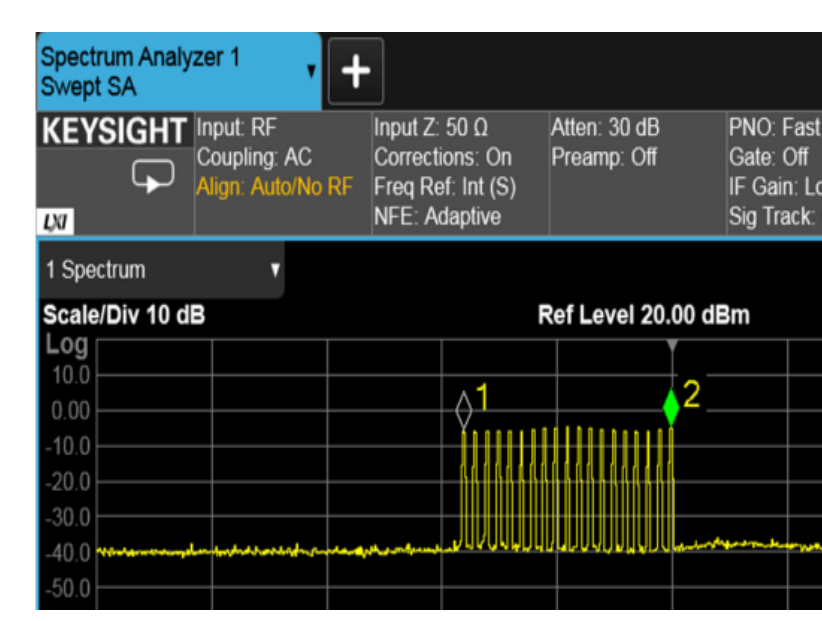
RF 입력 전력에 따른 이득



PMOS width에 따른 상향 혼합기의 OIP3 성능



송신기 프론트 엔드의 출력 스펙트럼



24 GHz 주파수 합성기 스펙트럼

측정 결과	
Receiver front-end	
Operating frequency (GHz)	23.9 ~ 24.3
Gain (dB)	26.8
OIP3 (dBm)	16.8
DSB NF (dB)	5.1
P1dB (dBm)	-19.7
Power consumption (mW)	28.8 @ 1.2V
Transmitter front-end	
Operating frequency (GHz)	23.9 ~ 24.3
RF/LO return loss (dB)	< -10
Gain (dB)	34
P1dB (dBm)	13
Pout (dBm)	11.8
Power consumption (mW)	100 @ 1.2 / 2.2 V
Frequency synthesizer	
Frequency channel (GHz)	24.07 ~ 24.25
Frequency channel step (MHz)	10
Frequency tuning range (GHz)	22.387 ~ 25.682
VCO gain (MHz)	339
Phase noise (dBc/Hz)	-83.69 @ 100 KHz -109.97 @ 1 MHz
Power consumption (mW)	102 @ 1.2V

Conclusion

- 생체 신호 센싱용 24GHz 송수신기를 65nm CMOS 공정을 사용하여 설계 및 구현