

10th

RF INTEGRATED CIRCUIT TECHNOLOGY WORKSHOP

제10회

RF 집적회로 기술 워크샵

10th RF INTEGRATED CIRCUIT TECHNOLOGY WORKSHOP

- 일 정 : 2010년 9월 9일(목) ~ 11일(토)
- 장 소 : 제주 신라호텔
- 주 관 : KETI, ETRI, 지식경제부, 한국산업기술평가관리원
- 주 최 : 대한전자공학회 RF 집적회로기술연구회
- 공동주최 : 한국전자파학회(마이크로파 및 전파연구회),

Seoul Chapter of IEEE SSCS, EDS, CAS,

Korea Chapter of IEEE MTT, KAIST 전파교육연구센터(RERC),

동국대 밀리미터파신기술연구센터(MINT)

- 후 원 : 삼성전자, LG전자, 삼성모바일디스플레이, 동부하이텍,
실리콘웍스, 아이앤씨테크놀로지, 에이디테크놀로지, 라온텍,
RadioPulse, 아바고테크놀로지스, Cadence, 휴먼칩스,
한국Agilent, GCT세미컨덕터, FCI, Anritsu Korea,
21세기특허법률사무소, 다우엑실리콘



www.ieek.or.kr

RF INTEGRATED CIRCUIT TECHNOLOGY WORKSHOP

Poster Session

제10회 RF 집적회로 기술 워크샵



10th RF INTEGRATED CIRCUIT TECHNOLOGY WORKSHOP

- 학생 연구 논문 (30편)

A Dual-mode Inductorless Low Noise Amplifier

김병준, 남상옥
서울대학교 전자컴퓨터공학부/뉴미디어통신연구소

Abstract

이 논문에서는 듀얼모드를 지원가능한 저잡음증폭기회로를 제안하고 0.13um CMOS공정을 사용하여 칩으로 제작하였다. Negative feedback회로를 사용하여 광대역 입력매칭을 하였으며 Positive feedback회로를 사용하여 증폭기의 3dB 이득대역폭을 넓혔다. 부하의 크기를 조절 할 수 있게 함으로써 협대역의 큰 이득을 가지는 모드와 광대역의 낮은 이득을 가지는 모드를 지원가능한 저잡음 증폭기회로를 제작하였다.

1. Introduction

최근 각종 무선통신을 통한 서비스가 증가하고 있으며 이에 따라 다양한 무선통신서비스규격이 생겨나고 있다. 이런 환경에서 무선통신단말기들은 다양한 무선통신서비스를 지원하기 위해 다중대역, 다중모드의 신호를 지원할 수 있는 수신기회로를 구성하기 위하여 노력하고 있다. 다중대역, 다중모드의 신호를 수신하고 처리하기 위하여 단일대역, 단일모드 수신기회로를 별별로 배치하여 필요에 따라 선택하여 다중대역, 다중모드 신호를 수신하는 방법은 넓은 면적의 칩을 필요로 하며 때에 따라서는 전력소모량을 증가시킬 수 도 있다. 따라서 최근 다중대역, 다중모드신호를 단일칩을 통하여 수신하는 것에 대한 관심이 늘어나고 있다. 단일칩으로 다중대역, 다중모드의 신호를 수신하는 것에는 크게 두 가지 방법이 있을 수 있다.

협대역의 신호를 수신하여 처리하는 방법과 광대역의 신호를 수신하여 처리하는 방법이 있는데, 협대역으로 신호를 처리하는 방법은 대역 외의 신호들에 의한 간섭문제를 줄일 수 있으며 광대역으로 신호를 처리하는 방법은 다양한 대역의 신호를 동시에 처리할 수 있다[1].

이 논문에서는 18dB의 이득과 0.18~1.35GHz의 3dB이득 대역폭을 가지는 모드(Narrow-mode)와 부하임피던스를 조절함으로써 17dB의 이득과 120MHz~2220MHz의 3dB이득 대역폭을 가지는 모드(Wide-mode)로 사용할 수 있는 이중모드 저잡음증폭기 구조를 제안하였다.

2. A Wideband LNA design

4. 광대역 전압이득특성과 광대역 입력매칭

광대역 저잡음증폭기의 경우 광대역에 걸친 입력매칭을 해야하며 넓은 3dB 이득 대역폭을 가져야 한다. 이런 조건들을 만족시키기 위하여 Negative feedback 구조가 사용될 수 있다[2].

Figure 1은 Negative feedback을 이용하여 광대역 저잡음증폭기를 구현하는 한가지 방법을 보여준다. M1의 Gate로 들어온 신호가 M1, M2로 구성된 cascode 단을 지나며 증폭된다. M2의 출력단에서 얻을 수 있는 전압이득은 대략 식(1)과 같다.

$$A_v = g_m * R_L \quad (1)$$

R_F 저항을 통한 Negative Feedback 회로를 사용하여 광대역 전압이득특성을 얻을 수 있으며 광대역 입력매칭이

가능하다. Figure 1과 같이 Negative feedback 회로를 구성할 경우 입력임피던스는 근사적으로 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$Z_{in} = R_F / A_v \quad (2)$$

식(2)를 살펴보면 R_F 저항값이 주파수에 적게 영향을 받는 경우 전압이득이 넓은 주파수 대역에 걸쳐 일정한 값을 가진다면 광대역 입력매칭이 가능하다는 것을 보여준다.

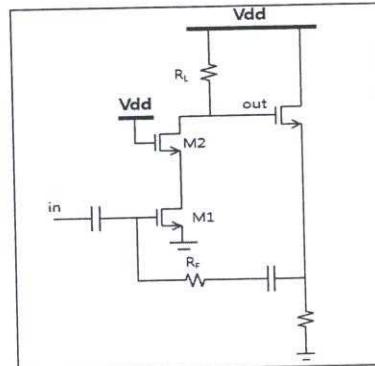


Figure 1. Negative feedback을 사용한 광대역 저잡음증폭기

B. 대역폭 확장 방법

Cascode구조에서 부하단에서 보이는 기생 Capacitance가 보이게 되고 그에 따라 증폭기의 이득이 주파수가 상승함에 따라 감소한다는 것은 잘 알려져 있다. 이를 보상해 주기 위하여 여러 기법이 제안되어 사용되고 있다. 그 중의 한 가지 방법이 Figure 2와 같이 Positive Feedback을 이용하는 방법인데, Positive Feedback을 생성하고 그 경로에 capacitor를 적절하게 배치하게 된다면 기생 capacitance효과를 보상할 수 있다. 이런 기법을 사용하여 대역폭을 넓힌 저잡음증폭기구조가 보고 되었다[3].

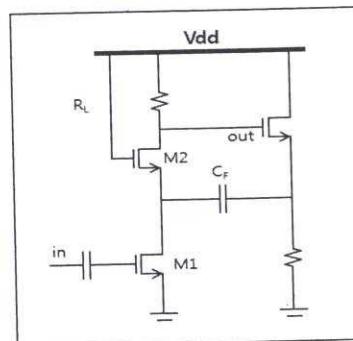


Figure 2. 보상 capacitance를 사용한 대역폭 확장

3. A Proposed Dual-mode Inductorless LNA

제안하는 저잡음증폭기 구조는 Figure 3 과 같다. Capacitor 를 통하여 들어온 입력신호가 cascode 단을 지나서 증폭된다. 이때 전압이득은 균사적으로 식(1)과 같이 얻어진다. 제안하는 구조에서는 로드단에 매우 큰 값의 저항과 PMOS 를 병렬로 배치하여 등가 임피던스의 크기를 조절할 수 있게 하여 필요에 따라 대역폭과 이득을 조절할 수 있게 하였다. 등가 임피던스 크기를 조절하여 고이득으로 동작하는 모드(Narrow-mode)와 광대역에서 동작하는 모드(Wide-mode) 두 가지 모드를 지원할 수 있다. 큰 이득으로 증폭하여 신호를 수신할 필요할 경우 Narrow-mode 로 저잡음증폭기를 동작시키고 광대역의 신호를 수신할 필요가 있는 경우는 Wide-mode 로 동작시키면 된다.

입력임피던스의 경우 식(2)에서 알 수 있듯이 전압이득이 바뀌게 되면 입력매칭에 필요로 하는 Feedback 저항값이 바뀌게 된다. 그렇기 때문에 전압이득이 바뀌게 되더라도 입력매칭을 하기 위하여 여러 개의 저항을 병렬로 배치하고 MOSFET 위치를 뒀서 입력매칭에 필요로 하는 피드백 저항값으로 바꿔주는 방법을 사용하여 입력매칭을 할 수 있다.

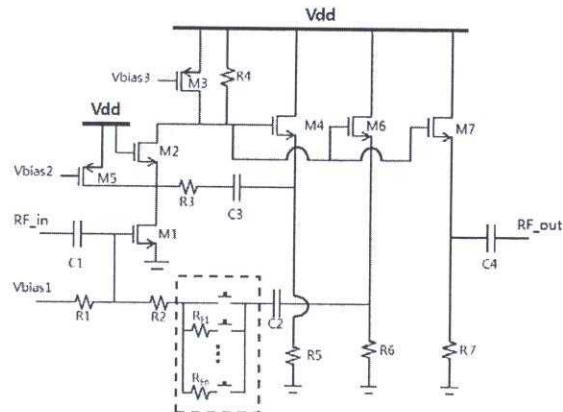


Figure 3. 제안된 저잡음증폭기구조

4. Measurement

제안한 구조의 저잡음증폭기를 0.13um CMOS 공정을 사용하여 제작·측정을 하였다. Figure 4 는 Narrow-mode 의 측정결과를 보여주는데, 18dB 의 최대이득을 가지며 0.18~1.35GHz 에 해당하는 3dB 이득 대역폭을 가지고 있는 것을 알 수 있다. 잡음특성(NF)을 측정한 결과 900MHz 에서 2.7dB 가 나왔다. 휴대폰통신에서 많이 사용하는 주파수대역인 700MHz-800MHz-1300MHz 대역의 신호를 수신 할 수 있다. Figure 5 는 Wide-mode 의 측정결과를 보여주고 있는데, 17dB 의 최대이득을 가지며 0.19~2.22GHz 에 해당하는 3dB 이득 대역폭을 가지고 있다. Wide-mode 에서 동작시킬 경우 1.3GHz 에서 약 2.3dB 의 잡음특성을 얻을 수 있었다. 많이 사용하는 주파수인 2.1GHz 의 신호를 수신할 필요가 있을 경우 Wide-mode 를 사용하면 된다. 제안한 저잡음증폭기구조는 인덕터를 사용하지 않기 때문에 소자들을 온칩으로 구현했지만 저잡음증폭기의 동작영역면적의 크기를 약 0.1mm²로 작게 만들 수 있다.

Acknowledgement

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0018879).

References

- [1] Antonio Liscidini, Massimo Brandolini, Davide Sanzogni and Rinaldo Castello, "A 0.13 um CMOS Front-End, for DCS 1800/UMTS/802.11b-g With Multiband Positive Feedback Low-Noise Amplifier", *IEEE J. Solid-State Circuits*, vol. 41, no. 4, pp. 981-989, April 2006.
- [2] Tienyu Chang, Jinghong Chen, Lawrence Rigge, and Lenshan Lin, "A Packaged and ESD-Protected Inductorless 0.1-8 GHz Wideband CMOS LNA", *IEEE Microw. Wireless Compon. Lett.*, vol. 18, no. 6, June 2008.
- [3] Bevin G. Perumana, Jing-Hong C. Zhan, Stewart S. Taylor, Brent R. Carlton, and Joy Laskar, "Resistive-Feedback CMOS Low-Noise Amplifiers for Multiband Applications", *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 56, no. 5, May 2008.

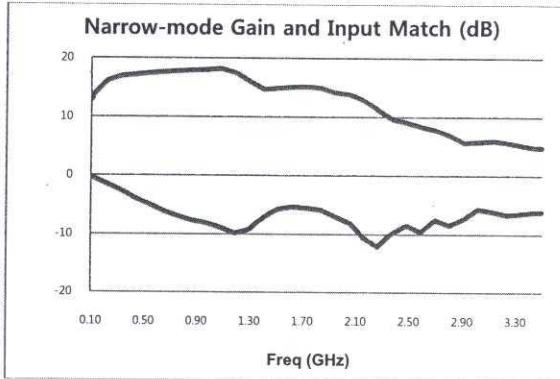


Figure 4. Narrow-mode 측정결과

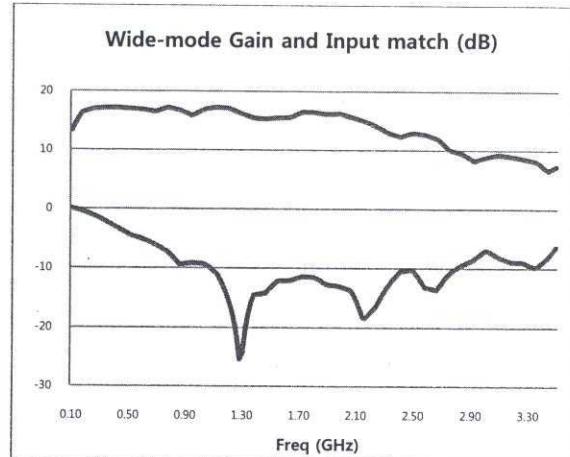


Figure 5. Wide-mode 측정결과