

60GHz WPAN용 능동 믹서에 대한 연구

이종석, 문 용

송실대학교 정보통신전자공학부

전화: (02)825-8108, E-mail: leejongsuk1385@hanmail.net

A Study on Active Mixer for 60GHz WPAN

Jongsuk Lee and Yong Moon

School of Electronic Engineering, Soongsil University

요 약

WPAN에 적용 가능한 60GHz 능동 믹서를 65nm CMOS 공정을 사용하여 설계했다. 60GHz 무선 통신 시스템에서 신호 손실을 줄이기 위해 DBM(Double Balanced Mixer) 구조로 설계하였으며, 출력단에 50Ω 버퍼를 추가하여 믹서의 출력과 다른 회로와의 영향을 최소화했다. 믹서의 2개 입력을 위해 65GHz에서 동작하는 VCO와 58GHz에서 동작하는 VCO를 추가로 설계하여 칩을 테스트 하였다. 측정결과 7GHz의 동작범위와 4.32GHz에서 -16.2dBm의 출력전력과 10MHz 오프셋에서 -106.33dBc/Hz의 위상잡음을 확인했다. 소모전력은 전원전압은 1.2V에서 22.8mW(VCO 2개 포함)이다.

Abstract

60GHz active mixer for WPAN is designed by 65nm CMOS process. The mixer architecture is DBM(Double Balanced Mixer) to reduce the loss of 60GHz wireless communication system and output buffers consisting of 50Ω load are added to isolate the output of mixer from other blocks. The 65GHz VCO and 58GHz VCO are also implemented to two inputs of mixer for chip test. The measurement results of mixer shows that the output power of -16.2dBm at 4.32GHz with 7GHz operation range and the phase noise of -106.33dBc/Hz at 10MHz offset. The power consumption is 22.8mW including two VCOs at 1.2V supply voltage.

Keywords : 60GHz wireless communication systems, Gilbert cell, Double Balanced Mixer, VCO(Voltage Controlled Oscillator)

I. 서 론

WPAN(Wireless Personal Area Network)은 10m 이내의 좁은 영역에서 사용하는 저전력, 소형, 저가의 개인 무선 네트워크 기술로 유비쿼터스 네트워킹을 위한 핵심 기술이다. 제안하는 믹서는 60GHz 무선 통신 시스템에서 7Gbps의 높은 데이터 전송을 가능하게 해줌으로서 각종 정보기기의 복잡한 근거리 배선 문제점을 해결할 수 있다^[1-2]. 본 연구에서는 60GHz 대역에서 7Gbps의 데이터를 전송할 수 있는 다운 컨버전 믹서를 65nm CMOS 공정을 사용하여 설계 및 제작하였으며, 칩 테스트를 위해 RF와 IF 신호생성을 위해 63.8~65.3GHz 대역에서 동작하는 VCO와 58~

59.5GHz 대역에서 동작하는 VCO를 제작했다.

II. 본 론

1. VCO

60GHz 무선 통신 시스템의 수신단 블록도를 그림1에 나타냈다.

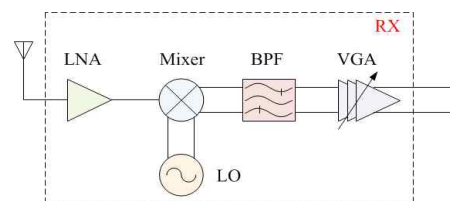


그림 1. RF 트랜시버 블록도

60GHz 대역의 신호가 안테나를 통해 수신부(RX)에 입력되면, 먼저 약해진 신호의 세기를 증폭해주는 LNA (Low Noise Amplifier)를 지난 후 믹서에 입력된다. 믹서는 LO입력과 함께 약 7GHz의 출력을 BPF(Band Pass Filter)와 VGA(Variable Gain Amplifier)를 통해 수신 장비로 보낸다. 설계한 믹서를 테스트하기 위해서는 수신부에서 LNA의 출력인 60GHz 대역의 RF 신호와 7GHz가 낮은 LO신호가 필요하다. 이 RF신호와 LO신호는 일반적인 LC 형태의 VCO를 설계하여 사용하였다^[3].

2. 능동 믹서

제안하는 믹서의 구조는 길버트 셀 구조이며^[4], 그림2에 회로를 나타냈다^[4].

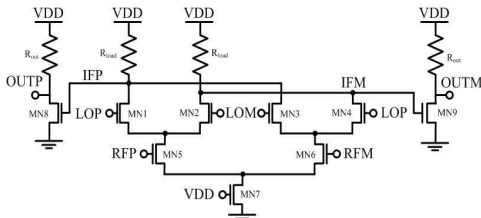


그림 2. 제안하는 능동 믹서 회로도

믹서의 설계도 중요하지만 제작된 믹서를 테스트하려면 60GHz 주파수 대역의 입력신호가 필요하다. 그래서 제안하는 믹서의 테스트를 위해 RF와 LO신호를 생성해줄 2개의 VCO도 설계하였으며, 그림3에 전체 믹서의 블록도를 나타냈다.

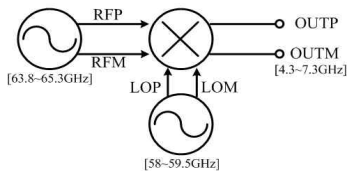


그림 3. 믹서 전체 블록도

III. 측정 결과

믹서와 2개의 VCO에 대한 측정은 프로브스테이션을 이용하여 웨이퍼상에서 측정했다. 그림3은 제작한 믹서와 VCO의 칩 사진이다.

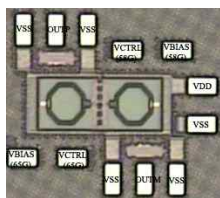


그림 3. 칩 사진

시뮬레이션 결과 65G-VCO는 62~68GHz에서 동작하였고, 58G-VCO는 57~63GHz에서 동작하였다^[4]. 하지만 제작된 칩의 측정결과 65G-VCO는 63.8~65.3GHz, 58G-VCO는 58~59.5GHz에서 동작하였다. 그림4와 그림5는 VCO 동작을 측정한 결과이다.

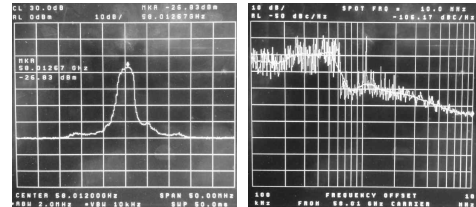


그림 4. 58G-VCO 측정결과 (a)출력전력 (b)위상잡음

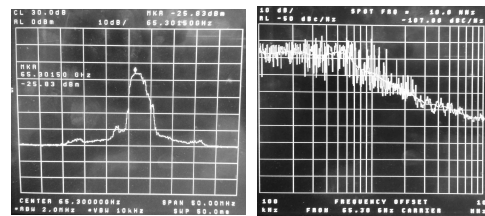


그림 5. 65G-VCO 측정결과 (a)출력전력 (b)위상잡음

시뮬레이션 결과와 측정결과 값이 크게 차이나는 이유는 VCO블록만 측정했을 경우와 VCO와 믹서가 붙어 있는 경우가 다르기 때문이다. VCO만 있는 경우에는 측정시 프로브와의 접촉에서 발생하는 기생성분들 때문에 발진 주파수가 틀어지는 현상을 막기 위해 출력단에 50옴 매칭 버퍼를 추가했다. 측정결과 케이블과 아답터, 프로브에 존재하는 2.8dB의 손실을 감안했을 경우 65G-VCO는 65.3GHz에서 -13.03dBm의 출력전력과 -107dBc/Hz@10MHz의 위상잡음을, 58G-VCO는 58GHz에서 -14.03dBm의 출력전력과 -106.17 dBc/Hz @10MHz의 위상잡음을 확인했다. 소모전력은 1.2V 전원전압에서 14.4mW이다. 믹서 측정 결과 4.32~7.3GHz의 동작범위를 확인했으며 4.32GHz에서 -16.2dBm의 최대 출력전력을 확인했다. 믹서와 VCO 2개를 포함한 소모전력은 1.2V 전원전압에서 22.8mW이다. 그림6은 63.5GHz의 RF신호와 59.5GHz의 LO신호를 입력받았을 경우 믹서의 측정 결과이다.

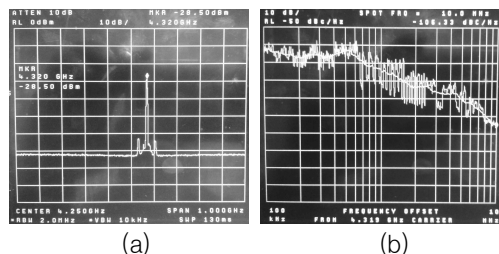


그림 6. 믹서 측정결과 (a)출력전력 (b)위상잡음

시뮬레이션 결과 3.5dB의 변환이득을 확인했지만^[4], 측정은 60GHz 무선통신 시스템의 수신단에 믹서와 VCO가 합쳐진 블록을 설계했기 때문에 정확한 입력레벨을 확인할 수 없어서 변환이득을 측정하지 못했다. 하지만 믹서가 -16.2dBm의 높은 출력 전력과 7GHz 이상의 동작범위를 갖는 것을 측정을 통해 확인했다. 또 -106.33dBc/Hz@10MHz의 위상잡음이 측정되었으며, 이 수치는 VCO의 위상잡음 결과와 비슷하기 때문에 믹서의 노이즈 특성이 우수함을 알 수 있었다.

IV. 결 론

60GHz WPAN에 적용할 다운 컨버전 믹서를 65nm CMOS 공정으로 설계했다. 60GHz 무선 통신 시스템의 수신부 적용을 위해 LO블록과 믹서의 테스트를 위해 RF신호를 생성하는 VCO도 설계했다. 측정결과 4.32~7.3GHz의 넓은 동작범위와 -16.2dBm의 출력전력을 확인했다. 소모 전력은 22.8mW(VCO 2개 포함)이다. 설계한 믹서는 WPAN에서 7Gbps의 높은 데이터 전송을 위한 아날로그 핵심 IP로 사용될 수 있다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [10044092, 7Gbps급 무선멀티미디어 통신서비스 제공을 위한 60GHz대역 무선LAN/PAN용 OFDM 기반 PHY 및 RF 트랜시버 핵심 IP 기술 개발]

참 고 문 헌

- [1] W. Fei, H. Yu, K. S. Yeo, and W. M. Lim, "A 60GHz VCO with 25.8% Tuning Range by Switching Return-Path in 65nm CMOS," IEEE A-SSCC Dig. Tech. Papers, pp.277-280, Nov. 2012.
- [2] K. Okada, R. Minami, Y. Tsukui, et al. "A. 20.3 A 64-QAM 60GHz CMOS transceiver with 4-channel bonding," IEEE ISSCC, pp.346-347, Feb. 2014.
- [3] 이종석, 문용, "V-band PLL용 60GHz VCO의 설계," 제 21회 반도체학술대회, 2014년 3월
- [4] 이종석, 문용, "WPAN용 60GHz 능동 믹서의 연구", 2013 SoC학술대회, 2013년 5월