

기생 커패시턴스 보상 기술을 이용한 CMOS RF 에너지 수확 정류기

박준식, 김재연, Kolet Mok, 정용채

전북대학교 전자정보공학부

junsik890221@jbnu.ac.kr

I. 서론

오늘날, 무선 통신 기술의 급격한 발달과 함께 공중에 방사된 RF 신호들을 에너지로 재활용하는 RF 에너지 수확 기술이 친환경 에너지 활용기술 중 하나로 부각되고 있다. 일반적으로 공중에 방사된 RF 신호들은 -30 dBm 이하의 낮은 전력이기 때문에 RF 에너지 하베스팅 시스템의 구현에서는 효율 및 전압 손실을 최소화하기 위해 문턱전압이 낮은 쇼트키 다이오드를 사용하지만, CMOS 공정에서는 쇼트키 다이오드의 사용이 공정 기술 및 제조비용의 문제로 어렵기 때문에 다른 설계 방향이 필요하다.

II. 본론

그림 1은 제안된 RF 에너지 수확 정류기 회로 구조도이다. 안테나를 통해 들어온 RF 신호는 C_m 과 L_m 으로 이루어진 T자형 50 Ohm 정합 회로를 통해 Villard 전압 체배 구조의 정류회로로 인가되며, 다이오드처럼 연결된 MOSFET M_0 와 M_1 의 교차 스위칭 동작으로 인해 RF 신호는 사용가능한 DC 전압으로 변환된다. 이때 두 MOSFET의 입력 단에서 바라본 MOSFET의 기생 커패시턴스 C_p 가 변환 효율을 저하를 야기하여서 인덕터(L_r)를 사용하여 두 트랜지스터의 기생 커패시턴스와 직렬 공진 회로를 구성함으로써 기생 커패시턴스 영향을 제거하였다. 또한, 출력 단으로 연결되는 PMOS 트랜지스터(M_0)는 바디 효과에 대한 손실을 줄이기 위해 플로팅 바디 구조를 사용하였다. 출력 단에는 DC 신호의 평탄화 및 MOSFET의 동작에서 발생하는 고조파 성분들을 차단하기 위해 저역 통과 여파기를 사용하였으며, 부하 저항의 값에 대한 최적화를 통해 변환 효율을 크게 증가시킬 수 있었다.

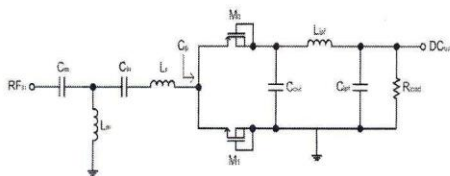


그림 1. 제안된 RF 에너지 수확 정류기의 회로도

III. 결론

그림 2는 제안된 RF 에너지 수확 정류기의 레이아웃이며, 동부하이텍 CMOS 0.11 μm 공정을 사용하였다. 그림 3의 (a)와 (b)에는 각각 설계된 회로의 반사 계수 특성 및 변환 효율, 출력 전압에 대한 Post 시뮬레이션 결과를 나타냈으며, 반사 계수 특성은 동작 주파수 2.44 GHz를 중심으로 대역폭 내에서 -15 dB 이상을 갖으며, 10~20 dBm의 입력 전력에 대해 25% 이상의 변환 효율과 1.4~4.7 V의 출력 전압을 갖는다. 본 논문에서는 기생 커패시턴스 보상 기술을 이용한 On-Chip화된 RF 에너지 수확 정류기를 설계하였으며, 향후 이와 같은 기술들을 개발하여 무선 통신 및 전력 전송 단말기에 적용한다면 단말기의 배터리 효율을 증대시키는데 큰 도움이 될 수 있을 것이다.

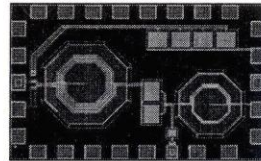


그림 2. 제안된 RF 에너지 수확 정류기의 레이아웃

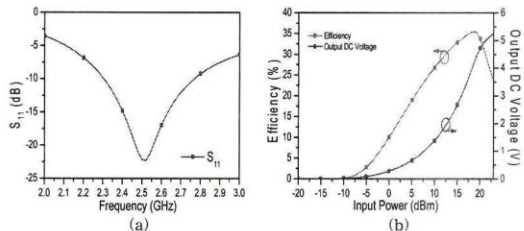


그림 3. Post 시뮬레이션 결과 : (a) 반사 계수 특성 (b) 변환 효율 및 출력 전압 특성

참고문헌

- [1] J. W. Zhang, X. Y. Zhang, Z. L. Chen, K. Y. See, C. M. Tan, and S. S. Chen, "On-Chip RF Energy Harvesting Circuit for Image Sensor," *IEEE International Symposium on Integrated Circuits*, pp. 420-423, Dec. 2011.
- [2] M. Arrawatia, V. Diddi, H. Kochar, M. S. Baghini, and G. Kumar, "An Integrated CMOS RF Energy Harvester with Differential Microstrip Antenna and On-Chip Charger," *International Conference on VLSI Design*, pp. 209-214, Jan. 2012.

능동부품 2

좌장 : 양영구 교수 (성균관대학교)

능동-2-1 14:55-15:10	비대칭 부하 정합회로를 이용한 광대역 도허티 전력증폭기 45 권진희, 서민철, 이휘섭, 함정현, 양영구 성균관대학교
능동-2-2 15:10-15:25	다중 송신 코일 기반의 무선전력 전송 시스템 분석 및 운영 방안 46 박배석, 노정민, 김가현, 임종균, 성재용*, 구현철 건국대학교, *현대자동차 전력제어개발팀
능동-2-3 15:25-15:40	S급 전력 증폭기를 위한 델타 시그마 변조기 설계 및 제작 연구 47 이용환, 정재상, 김창우 경희대학교
능동-2-4 15:40-15:55	내부 정합된 Ku-대역 50W급 GaN HEMT 전력증폭기 설계 48 배경태, 김동욱 충남대학교
능동-2-5 15:55-16:10	기생 커패시턴스 보상 기술을 이용한 CMOS RF 에너지 수확 정류기 49 박준식, 김재연, Kolet Mok, 정용채 전북대학교
능동-2-6 16:10-16:25	두 단으로 구성된 단일 CMOS 전력증폭기 설계 50 배종석, 함정현, 정혜련, 임원섭, 조수호, 양영구 전북대학교

능동부품 3

좌장 : 정용채 교수 (전북대학교)

능동-3-1 16:35-16:50	6.78 MHz 무선전력전송 시스템을 위한 고효율 Class E 전력증폭기 설계 51 이우석, 이휘섭, 서민철, 권진희, 강현욱, 양영구 성균관대학교
능동-3-2 16:50-17:05	전자파 잡음 내성이 향상된 PMOS 바디 콘트롤을 통한 슈미트 트리거 로직 제안 ... 52 박상혁, 김경수, 김소영 성균관대학교
능동-3-3 17:05-17:20	델타시그마 변조기용 2.1-GHz 대역 Gm-C 필터 53 정재상, 이용환, 김창우 경희대학교
능동-3-4 17:20-17:35	Class-C 바이어스 상태에서 동작가능한 60-GHz 전압제어 발진기 54 이희동, 박봉혁, 이문식 한국전자통신연구원
능동-3-5 17:35-17:50	입력 펄스의 인가 위치에 따른 전압제어발진기의 발진 기동시간 특성 연구 55 서원구, 김동욱 충남대학교
능동-3-6 17:50-18:05	Digitally-controlled Dynamic Bias Switching을 이용한 LTE 기지국용 전력증폭기의 효율 개선 56 서민철, 이휘섭, 권진희, 이우석, 강현욱, 함정현, 양영구, 이성준*, 박봉혁*, 정재호* 성균관대학교, *한국전자통신연구원

2014년도

마이크로파 및 전파전파 합동학술대회

논문집

일 시_ 2014년 5월 24일

장 소_ 한밭대학교

주 최_ 한국통신학회 마이크로파 및 전파 연구회
전파 엔지니어링랩

후 원_ (주) 창성, 애드모텍, 에이스테크놀로지,
담스테크, HCT, 맨앤티

협 찬_ 알트소프트, 이너트론, 에이스웨이브텍