

www.kiees.or.kr



# 2020 한국전자파학회 하계종합학술대회

The Korean Institute of Electromagnetic  
Engineering And Science



RAMADA PLAZA JEJU

2020 8.19<sup>wed</sup> - 8.22<sup>Sat</sup>

라마다 프라자 제주 호텔

주최 / 주관 **KIEES** 사단 법인 한국전자파학회

후원 **KO-IST** **Jeju CVB** **Jeju** **KE-TI** 한국전자기술연구원  
Jeju Convention & Visitors Bureau 제주특별자치도 제주특별자치도

**TTA** 한국정보통신기술협회 **한국전력공사**  
Telecommunications Technology Association

고려대학교 테라헤르츠연구사업단, UNIST 무전원 모바일 트래커 시스템 연구센터

**협찬** 광주과학기술원 마이크로파이미징연구실, 그린텍아이앤씨, 담스테크, 대신정보통신, 대영유비텍, 동우화인캠, 리차드슨 일렉트로닉스 코리아, 모아소프트, 삼보에드텍, 성원포밍, 센서뷰, 송실대 지능형 바이오메디컬 무선전력전송센터, 스마트레이더시스템, 씨앤지마이크로웨이브, 안리쓰코퍼레이션, 알트소프트, 알티테크, 에스비솔루션, 에스제이정보통신, 에이티코디, 엘지히다찌, 엠코전자, 울프랜드, 요다정보기술, 이너트론, 이앤알, 창우통상, 태진티엔에스, 텔콤인터내셔널, 투와시스템즈, 팬옵틱스, 하이게인안테나, 한국교통안전공단 자동차안전연구원, 한국전파진흥협회 전자파기술원, 한국궤검, 한국표준과학연구원 전자파물질상수데이터센터, 한화시스템, Cadence Design Systems, HCT, LIG넥스원, LPKF Korea, SK Telecom, WAVICE

Session **D**

발표장소: 추자출

2020.8.21.(금)

**일반세션**

**무선전력전송 및 에너지 하베스팅 II**

<구두VI> 발표시간: 15:50~18:05 좌장: 서동욱 교수 (한국해양대학교)

- D-VI-01 15:50~16:05 **비대칭 구조의 무선전력전송 시스템에서 코일간 비정렬 문제를 위한 송수신 코일 설계 방법**  
장형준°, 임태준, 이용식 (연세대학교)
- D-VI-02 16:05~16:20 **Wireless Power Transfer System for Charging Wide Area with Uniformly High Efficiency using Multiple Transmitters**  
조현경°, 서석태, 김정호, 변영재 (울산과학기술원)
- D-VI-03 16:20~16:35 **저 전력 동작 CMOS RF 에너지 수확 회로**  
이대한°, Wang Qi, 정용채 (전북대학교)
- D-VI-04 16:35~16:50 **자성재료에 따른 자기장 에너지 하베스팅 출력 특성 비교**  
박범진°, 허성렬, 박재형, 신유준, 안승영 (한국과학기술원)
- D-VI-05 16:50~17:05 **과결합된 무선전력전송 시스템의 고조파 자기장 저감을 위한 LCL-LCL 토폴로지**  
신유준°, 박재형, 박범진, 김해림, 우성호, 안승영 (한국과학기술원)
- D-VI-06 17:05~17:20 **전기자동차의 자율주차를 위한 무선전력전송 기반 차량 각도 틀어짐 감지 및 각도 틀어짐 방향 확인시스템**  
손석현°, 신유준, 우성호, 류승훈, 이성희, 이창민, 안승영 (한국과학기술원)
- D-VI-07 17:20~17:35 **Development of mouse stimulation wireless power transfer(WPT) system using crown-type dual coils**  
김진현°, 오정석 (서울대학교)
- D-VI-08 17:35~17:50 **IoT 기기의 에너지 하베스팅용 RF-DC 정류회로의 입력 Dynamic Range 극대화를 위한 임피던스 정합 기법**  
임태준°, 이용식 (연세대학교)
- D-VI-09 17:50~18:05 **멀티 송신코일 무선전력전송 시스템의 최대출력전력을 위한 최적의 캐패시턴스 튜닝방법**  
전선재°, 서동욱 (한국해양대학교)

## 저 전력 동작 CMOS RF 에너지 수확 회로

이대한, Wang Qi, 정용채\*

전북대학교 전자정보공학부

eoqksdl2@jbnu.ac.kr, \*ycjeong@jbnu.ac.kr

### I. 서론

센서 네트워크의 발달에 따라 다양한 센서에 무선으로 전력을 공급하기 위해 RF 수확 기술의 필요성이 증가하고 있다. 하지만 대기 중에 방사된 RF 신호 레벨은  $-20 \sim -30$  dBm 이하의 낮은 전력값을 갖는다. 따라서 낮은 입력 전력 레벨의 무선 신호를 DC 전압으로 변환할 수 있는 높은 변환 효율의 에너지 수확 기술이 필요하다. 또한 RF 에너지 수확 회로의 다이오드 문턱 전압 손실로 인해 효율 개선에 큰 어려움이 있다. 이 논문에서는 CMOS 다이오드 문턱 전압의 손실을 최소화하는 바디 바이어스 피드백 기술을 제안하며, 낮은 입력 전력에서도 높은 출력 전압과 효율을 갖는 RF 에너지 수확 정류 회로의 결과를 제시한다.

### II. 본론

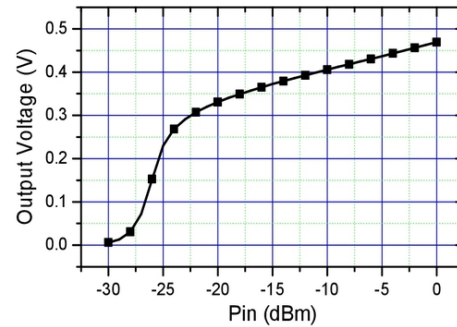
일반적으로 CMOS 공정의 쇼트키 다이오드는 제조 비용과 회로 때문에 사용이 제한적이다. 따라서 정류 회로의 에너지 변환 효율을 상승시키기 위해서는 문턱 전압에 의한 손실을 최소화 할 수 있는 기술이 필요하다. CMOS 공정에서 바디 효과를 고려한 MOSFET의 문턱 전압은 아래 식 (1)과 같이 표현된다.

$$V_{TH} = V_{TH0} + \gamma \left( \sqrt{2\Phi_F + V_{SB}} - \sqrt{2\Phi_F} \right) \quad (1)$$

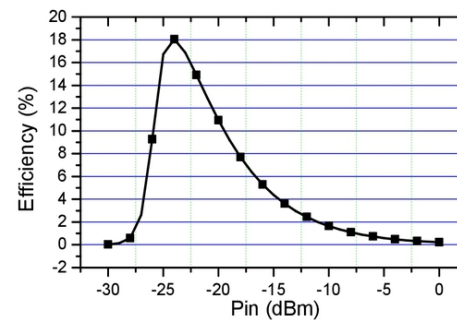
여기서  $V_{TH0}$ ,  $\gamma$ ,  $\Phi_F$ ,  $V_{SB}$  는 각각 바디 효과가 없을 때 (바디와 소스의 전위차가 0 V 일 때)의 초기 문턱 전압, 바디 효과 계수, 실리콘 기판 표면의 전위, MOSFET의 소스와 바디의 전위차를 나타낸다. 식 (1)에서  $V_{TH0}$ ,  $\gamma$ ,  $\Phi_F$  는 제조 공정상에서 주어지는 값들이기 때문에 임의로 조절할 수 없지만, 소스와 바디의 전위차인  $V_{SB}$  을 통해서 MOSFET의 문턱 전압을 조절할 수 있다. 따라서 바디 바이어스 피드백 기술로  $V_{SB}$  을 조정하여 문턱 전압의 손실을 최소화 하였다.

### III. 시뮬레이션 결과

그림 1은 제안하는 RF 에너지 수확 정류 회로의 Post 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 그림 1의 (a)와 (b)는  $-30 \sim 0$  dBm의 입력 전력에 대해 출력 전압과 에너지 변환 효율을 나타낸다.  $-24$  dBm의 입력 전력에 대해 최대 18%의 변환 효율을 가지며,  $-26.6$  dBm의 입력 전력에 대해 100 mV의 출력 전압을 얻었다.



(a)



(b)

그림 1. 제안하는 RF 에너지 수확 회로의 Post 시뮬레이션 결과: (a)출력 전압, (b) 에너지 변환 효율.

### IV. 결론

이 논문에서는 CMOS 다이오드 문턱 전압의 손실을 최소화하는 바디 바이어스 피드백 기술을 제안하였으며, 낮은 입력 전력에서도 높은 출력 전압과 효율을 갖는 RF 에너지 수확 정류 회로의 결과를 제시하였다.

#### 감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부, 교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020R1A2C2012057)(No. 2019R1A6A1A09031717).

#### 참고문헌

[1] G. Papotto, F. Carrara, and G. Palmisano, "A 90-nm CMOS threshold-compensated RF energy harvester," *IEEE Journal of Solid-State Circuit*, vol. 46, no. 9, pp. 1985-1997, Sep. 2011.