

디지털 X-ray 이미지 센서용 Single Pixel Readout 회로 설계

*강형근, **전성채, **진승오, *임규호, *우엄찬, **허영, *성관영, *박무훈, *하판봉, *김영희
 *창원대학교, **한국전기연구원
 e-mail : youngkim@changwon.ac.kr

A Design of Single Pixel Readout Circuit for Digital X-ray Image Sensor

*Hyung-Geun Kang, **Sung-Chae Jeon, **Seoung-Oh Jin, *Gyu-Ho Lim,
 *Eum-Chan Woo, **Young Huh, **Mu-Hun Park, *Kwan-Young Sung,
 *Mu-Hun Park, *Pan-Bong Ha and *Young-Hee Kim
 *Changwon National University
 **Korea Electotechnology Reaserch Institute

Abstract

A single photon counting type image sensor which is applicable for medical diagnosis with digitally obtained image and industrial purpose has been designed using 0.25 μ m triple well CMOS process.

전원전압(VDD)을 사용하여 파워 소모를 줄였으며, 기존의 Readout 칩 외부에서 인가하던 threshold voltage를 Readout 칩 내부의 Comparator의 비교전압인 V_{THR} 을 만들어 줄 수 있도록 Threshold Voltage Generator 회로를 새롭게 제안하였다.

I. 서론

의료영상에서 필름이나 마그네틱 테이프 등의 기록 매체를 광디스크로 대체하여 필름의 저장 공간이나 필름 검색에 드는 상당한 시간을 최소화하고, 환자 진료의 질을 개선하기 위해 병원내의 의료영상 저장전송 시스템(PACS : Picture Archiving Communication System)구축에 관한 관심이 고조되고 있다. 의료영상 저장전송 시스템은 영상센서로부터 획득한 영상을 필름으로 현상하지 않고 컴퓨터에 저장, 전송하는 개념으로 의료 영상을 디지털화 하는 것은 필수적이라 하겠다. 본 논문에서는 디지털 의료 영상 및 진단 분야 그리고 산업용으로도 활용 가능한 싱글 포톤 계수형 영상센서를 0.25 μ m triple well CMOS 공정을 사용하여 설계하였다.

II. 회로설계

본 논문에서 설계한 Readout 칩용 싱글 픽셀은 단일

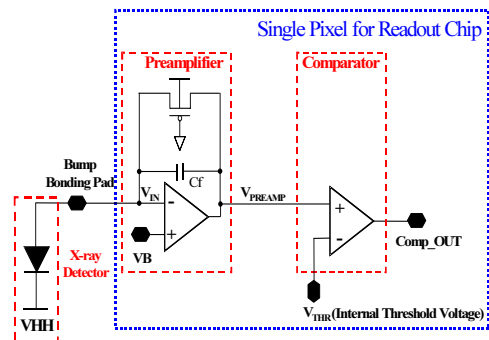


그림2. 설계된 포톤 계수형 영상센서 블록도

본 논문에서 설계된 포톤 계수형 영상센서[1,2]는 그림2에서 보는 바와 같이 X-ray검출기와 Readout 칩을 범프 본딩하여 결합하는 하이브리드(Hybrid)형태의 영상센서이다. Readout 칩용 싱글 픽셀은 Folded Cascode CMOS OP Amp를 이용한 Pre-amplifier와 Comparator로 구성되어 있으며 Comparator의 비교전압인 V_{THR} 은 Readout 칩 내부에서 만들어 주도록 설계되었다.

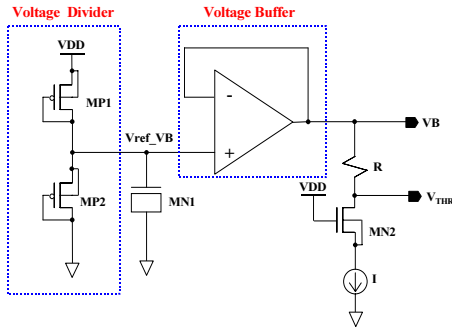


그림3. Threshold Voltage Generator 회로도

그림 3은 칩 내부에서 V_{THR} 를 만드는 Threshold Voltage Generator 회로도이다. 그림 3에서 보는바와 같이 VB의 기준전압인 V_{ref_VB} 를 PMOS 다이오드를 이용하여 먼저 만들고, 입력 전압인 V_{ref_VB} 전압을 구동 능력이 큰 Voltage Buffer를 이용하여 VB를 만들어 주게 된다. VB에 저항 R과 NMOS 트랜지스터 MN2와 전류원 I가 직렬로 연결되어 있어 V_{THR} 의 출력 전압을 얻을 수 있다.

III. 모의실험결과

OP Amplifier type	ΔV_s [mV]
계산치	106
Single branch folded cascode OP amp	45.1
Folded Cascode CMOS OP amp	73.6

표 1. 모의 실험한 OP amplifier 종류별 ΔV

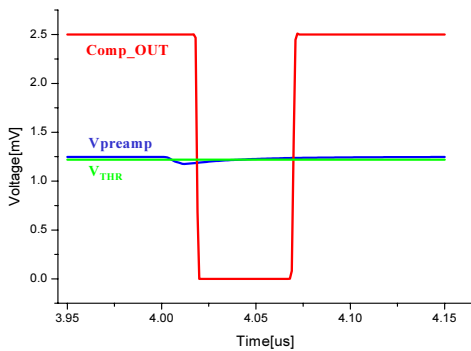


그림4. 포톤 계수형 영상 센서의 싱글 픽셀 모의실험 결과

표1은 OP amplifier 종류별 ΔV_s 를 모의 실험한 결과이다. Single branch folded cascode OP amp의 경우 45.1mV가 나왔고 Folded Cascode CMOS OP amp의 경우 76.3mV가 나왔다. 그림4는 포톤 계수형 영상 센서의 싱글 픽셀 모의실험 결과이다.

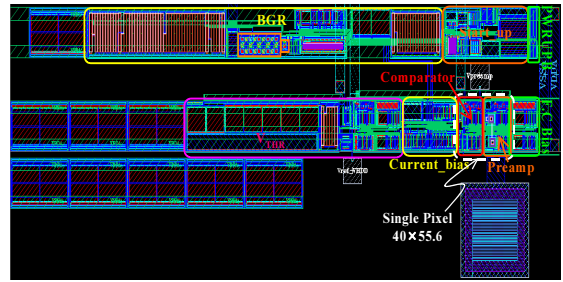


그림5. 설계된 싱글 포톤 계수형 영상 센서의 레이아웃

그림5는 0.25 μ m triple well CMOS 공정을 이용한 싱글 포톤 계수형 영상 센서의 레이아웃 그림이며, Folded Cascode CMOS OP amp를 이용한 Pre-amplifier와 Comparator를 포함한 싱글 픽셀의 면적은 40 \times 55.6 μ m²이다.

IV. 결론

본 논문에서는 디지털 의료 영상 및 진단 분야 그리고 산업용으로도 활용 가능한 싱글 포톤 계수형 영상 센서를 0.25 μ m triple well CMOS 공정을 사용하여 설계하였다. 디지털 X-ray 이미지 센서 모듈을 간단히 하기 위해 단일 전원전압(VDD)를 사용하였으며, Pre-amplifier의 출력전압인 signal voltage(ΔV_s)를 크게 하기 위해 Folded Cascode CMOS OP amp를 이용한 Pre-amplifier를 설계하였다. Pre-amplifier의 출력전압인 signal voltage(ΔV_s)를 크게 함으로서 입사되는 X-ray 입자 에너지의 범위를 넓힐 수 있게 하였다. 또한 기존의 Readout 칩 외부에서 인가하던 threshold voltage를 Readout 칩 내부에서 생성해주는 Threshold Voltage Generator 회로를 새롭게 제안하여 Pre-amplifier의 공통전압이 변하더라도 각 픽셀에 알맞은 threshold voltage를 만들어 줄 수 있도록 하였다. 현재 공정이 진행 중에 있으며, 테스트 칩이 나오게 되면 성능을 평가할 계획이다.

참고문헌

- [1] FREDRIK EDLING, "A pixel readout chip for medical X-ray imaging," Uppsala Univ. LICENTIA-TE THESIS. 2003.
- [2] F. EDLING. et al., "Characterisation of a pixel readout chip for medical X-ray imaging," Nucl.Instr. and Meth. A 525(2004) 217-220..