

The 16th Conference on Optoelectronics
and Optical Communications

COOC 2009

제16회

광전자 및 광통신 학술회의

단기강좌, Photovoltaic Special Session, 학술발표, 산업전시회

일시 2009년 5월 13일(수)~5월 15일(금)

장소 대천 한화리조트

- **공동주최** : 한국광학회(OSK) 광자기술분과
한국통신학회(KICS) 광통신연구회
대한전자공학회(IEEE) 광파 및 양자전자연구회
대한전기학회(KIEE) 광전자 및 전자파연구회

TP-7	비틀림 응력으로 광 대역 파장 조절 가능한 광 섬유 커플러 밴드리젝션필터	95
	최홍구, 정윤섭, 오경환(연세대)	
TP-8	높은 가변성을 가지는 특수 표면 구조물 기반 광필터 제조	97
	권오장, 김현주, 송석호, 한영근(한양대)	
TP-9	IR대역 소멸파 광센싱 효율이 향상된 광결정 광섬유의 도파로 구조	99
	Jiyoung Park, Sejin Lee, Kyungwhan Oh(연세대)	
TP-10	Observation of three-fold natures in a novel hollow triangular-core fiber	101
	하우성, 이세진, 오경환(연세대), Jens Kobelke(IPHT)	
TP-11	시간지연 신호처리를 이용하는 광섬유 전류센서	103
	박형준, 김현진, 조요한, 송민호(전북대)	
TP-12	팔라듐이 코팅된 장주기 광섬유 격자에 의해 커플된 고차 클래딩모드를 이용한 고감도 수소센서	105
	김영호, 최해룡, 이병하(GIST), 김명진, 노병섭(KOPTI)	
TP-13	폴리머 광도파로를 이용한 광섬유 전류 센서	107
	김 훈, 서준규, 김경조, 오민철(부산대), 추우성((주)정관)	
TP-14	가늘어진 단일모드 광섬유를 이용한 가변 감쇄기	109
	강지훈, 조규정, 문남일, 김광택(호남대)	
TP-15	Reliability Improvement of High-Brightness White LED with Ceramic Package	111
	마병진, 김제민, 이관훈(KETI), 이정주, 유오영(아모엘이디)	
TP-16	$\lambda \sim 4.6 \mu\text{m}$ 에서 동작하는 InGaAs/InAlAs 양자계단레이저의 광도파로 설계	113
	고영환, 정관수, 유재수(경희대)	
TP-17	세도파로 간섭기 회로를 이용한 넓은 상향 대역폭을 갖는 광 트리플렉서의 설계와 전산모사 ...	115
	최준석, 오진경, 김성민, 이형중, 이동환(전남대)	
TP-18	CMOS-Compatible Avalanche 광검출기의 Responsivity 특성 분석	117
	이명재, 최우영(연세대), 강효순(삼성전자)	
TP-19	Polarization properties of azobenzen moieties for photomechanical switching	119
	안태정, 최동석, 정희석, 김현경(조선대)	
TP-20	육방정계 2차원 광자결정의 광자 밴드갭 특성 정규화	121
	여종빈, 이현용(전남대)	

CMOS-Compatible Avalanche 광검출기의 Responsivity 특성 분석

Analysis of Responsivity Characteristics of

CMOS-Compatible Avalanche Photodetectors

이명재*, 강효순¹, 최우영연세대학교 전기전자공학과, ¹삼성전자

Abstract

We analyze responsivity characteristics of Si avalanche photodetectors fabricated in a standard CMOS process. The photodetector formed by P-well/Deep N-well junction has larger initial responsivity than P⁺/N-well junction due to the increase of depletion width. However, the P-well/Deep N-well junction photodetector has lower avalanche multiplication factor in the avalanche regime owing to the edge breakdown effect. Whereas the P⁺/N-well junction photodetector has larger avalanche multiplication factor because the junction is bounded by shallow trench isolation. Consequently, the CMOS-compatible avalanche photodetector realized by P⁺/N-well junction has high responsivity.

850-nm 대역의 근거리 통신과 보드 혹은 칩간 광 상호연결 응용에서, 집적 광수신기 연구분야가 많은 관심을 받고 있다 [1]. 이 때, 표준 CMOS 공정에서 제작된 Si 광검출기를 이용한다면 저비용 집적 광수신기의 구현이 가능하다는 장점이 있지만, CMOS 공정에서 제작된 Si 광검출기는 공핍영역의 폭이 매우 좁아 responsivity가 낮다는 단점이 있다 [1]. 이 때, CMOS-compatible avalanche 광검출기를 사용하면, 내부 이득 메커니즘에 의해 responsivity를 크게 증가시킬 수 있다 [2].

본 논문에서는 표준 0.18- μm CMOS 공정을 이용하여 제작된, P⁺/N-well 접합, P-well/Deep N-well 접합을 이용한 두가지 구조의 avalanche 광검출기의 responsivity를 측정하였고, 그에 대한 분석을 진행하였다.

그림 1은 제작된 두가지 CMOS-compatible

avalanche 광검출기의 구조를 보여준다. (a)는 P⁺ source/drain과 N-well 사이의 PN 접합을 이용한 광검출기이고, (b)는 P-well과 Deep N-well 사이의 PN 접합을 이용한 광검출기이다.

그림 2는 두 구조 각각의 responsivity와 avalanche multiplication factor 측정 결과를 나타낸다. 삽입 그림을 보면, avalanche 동작 전의 초기 responsivity는 P⁺/N-well 구조가 대략 4 mA/W, P-well/Deep N-well 구조가 대략 8 mA/W로 두 번째 구조가 더 큰 것을 알 수 있다. 이는 P-well/Deep N-well 접합의 낮은 도핑 농도로 인한 공핍영역 폭 증가로 인한 것이다. 하지만 avalanche에서 동작을 할 경우 P⁺/N-well 구조의 responsivity는 대략 1.26 A/W로 매우 커진 데 반해, P-well/Deep N-well 구조는 대략 0.044 A/W의 작은 값을

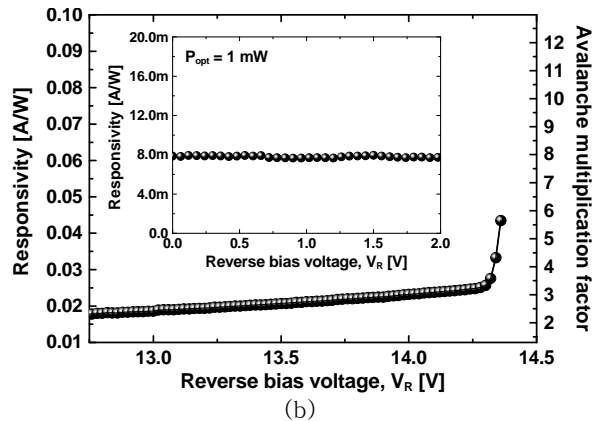
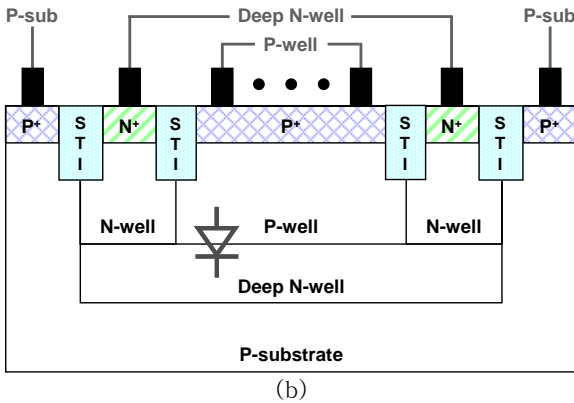
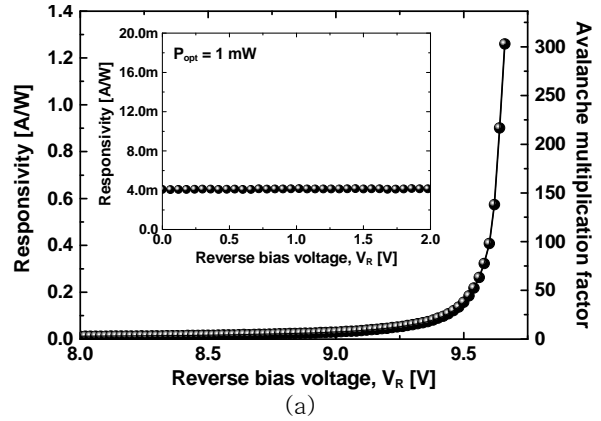
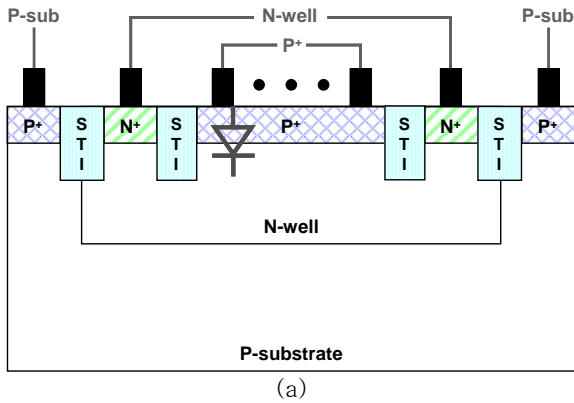


그림 1. CMOS-compatible avalanche 광검출기의 구조.

갖는다. 이는 접합의 가장자리 부분에서 일어나는 edge breakdown에 의한 효과에 기인한다 [3]. P⁺/N-well 구조의 경우, 접합의 가장자리 부분이 shallow trench isolation (STI)으로 둘러싸여 있다. STI는 SiO₂로 채워져 있고, 이는 Si의 breakdown 전계에 비해 수십 배 정도 큰 절연강도를 갖기 때문에 edge breakdown에 의한 이득 감소를 막아준다. 하지만, P-well/Deep N-well 구조의 경우는 PN 접합이 STI보다 낮은 위치에 형성되어, edge breakdown 효과에 의해 이득이 매우 감소하게 된다. 그 결과 두 구조의 이득은 각각 303과 5.65 정도로 매우 큰 차이를 보인다.

본 논문에서는 표준 CMOS 공정에서 제작된 두가지 avalanche 광검출기의 responsivity

그림 2. CMOS-compatible avalanche 광검출기의 역 바이어스 전압에 따른 responsivity와 avalanche multiplication 특성. (a) P⁺/N-well 구조 광검출기의 경우, (b) P-well/Deep N-well 구조 광검출기의 경우.

특성을 분석하였다. P-well/Deep N-well 구조가 공핍영역 폭의 증가로 인해 초기 responsivity는 크지만, P⁺/N-well 구조가 STI로 edge breakdown을 방지, 높은 avalanche 이득을 얻기 때문에, P⁺/N-well 구조의 CMOS-compatible avalanche 광검출기가 높은 responsivity 특성을 나타낸다.

[1] T. K. Woodward *et al.*, *IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron.*, vol. 5, no. 2 pp. 146, Mar./Apr. 1999.
 [2] H.-S. Kang *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, vol. 90, no. 15, pp. 151118, Apr. 2007.
 [3] S. M. Sze *et al.*, *Solid-State Electron.*, vol. 9, pp. 831, Sept. 1966.