

후면 조사형 단광자 아발란치 다이오드

박은성^{1,2}, 최우영², 이명재^{1*}

¹ 한국과학기술연구원 차세대반도체연구소, ² 연세대학교 전기전자공학부

*E-mail: mj.lee@kist.re.kr

Abstract—본 연구에서는 차세대 반도체 라이다의 핵심 기술로 각광받고 있는 후면 조사형 단광자 아발란치 다이오드의 전기적, 광학적 특성을 제시한다.

Keywords—근적외선, 단광자 아발란치 다이오드, 후면 조사형.

I. INTRODUCTION

라이다는 주변 환경을 3 차원으로 스캔하고 물체까지의 거리를 실시간으로 탐지하는 역할을 한다. 이와 같은 특성으로 자율주행 차량에 탑재되어 차량 간의 거리를 감지하고 주변 환경의 상세한 탐지, 인식을 통해 운전자의 개입을 줄여주고, AR 헤드셋에 탑재되어 사용자의 주변 환경을 감지하며 증강현실을 가능케 한다. 라이다의 발신부에는 주로 근적외선 영역인 905 nm 혹은 940 nm 파장 대역의 레이저가 사용된다. 이에 따라 수신부에서는 해당 근적외선 파장 대역의, 먼거리의 물체에서 반사되어 돌아오는 적은 양의 빛도 감지할 수 있는 고효율 검출소자가 요구된다.

단광자 아발란치 다이오드는 아발란치 증배 효과를 이용하여 매우 높은 이득을 가지고 있으며 단광자까지도 감지할 수 있다. 또한 CMOS 공정을 통해 실리콘 웨이퍼에서 제작된 단광자 아발란치 다이오드는 주변 회로와의 집적화-단일화에 유리하며 저가-대량 생산에 매우 유리하다는 장점을 가지고 있다. 전면 조사형 공정에서 개발된 단광자 아발란치 다이오드는 실리콘의 표면 부근에서 아발란치 증배 영역이 형성된다. 이는 실리콘에서 빛의 파장별 흡수 깊이 및 계수를 고려해보았을 때, 근적외선 파장대역의 흡수율이 매우 낮기 때문에 수광 효율이 제한된다는 한계가 있다. 이를 개선하기 위하여 최근 들어 후면 조사형 공정에서 단광자 아발란치 다이오드의 연구가

활발히 진행되고 있다. 후면 조사형 공정에서는 아발란치 증배 영역을 표면에서부터 깊이 형성시킬 수 있으며, 전면부 금속을 이용한 반사를 통해 흡수영역을 약 2 배 증가시킬 수 있기 때문에 수광 효율을 개선시키는데 용이하다.

II. STRUCTURE

후면 조사형 공정에서는 다양한 구조로 단광자 아발란치 다이오드를 설계할 수 있다. PN 접합과 가드링은 아발란치 증배 영역을 형성하는 핵심 구조인데, 형성된 깊이와 넓이에 따라 전기적, 광학적 특성이 달라진다. 본 논문에서는 전면 조사형 및 후면 조사형 공정에서 설계된 단광자 아발란치 다이오드의 구조별 특성 비교 분석 결과를 제시한다. 후면 조사형 공정에서 설계된 단광자 아발란치 다이오드의 수광효율은 전면 조사형 공정에서 설계된 것보다 2 배 이상 향상되었다.

III. CONCLUSION

단광자 아발란치 다이오드는 라이다의 수신부에 탑재되어 물체와의 거리를 탐지한다. 물체에 반사되어 돌아오는 적은 광량의 빛을 감지하기 위해서는 수광 효율의 향상이 요구된다. 후면 조사형 공정에서 개발된 단광자 아발란치 다이오드는 아발란치 증배 영역의 최적화를 통하여 수광효율을 최적화할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the Korea Institute of Science and Technology (KIST) Institution Program (Grant No. 2E32942) and Korea Evaluation Institute of Industrial Technology (KEIT) grant funded by the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE, Korea) (RS-2022-00155891).