

## 누설전류를 줄이기 위한 원형 AlGaIn/GaN 쇼트키 장벽 다이오드

김민기, 임지용, 최영환, 김영실, 석오균, 한민구  
 서울대학교 공과대학 전기컴퓨터공학부

**Abstract :** We proposed circular AlGaIn/GaN schottky barrier diode, which has no mesa structure near the current path . Proposed device showed low leakage current of 10 nA/mm at -100 V while that of the rectangular device was 34 nA/mm at the same condition. Proposed circular AlGaIn/GaN SBD showed high forward current of 88.61 mA at 3.5 V while that of the conventional device was 14.1 mA at the same condition.

**Key Words :** AlGaIn/GaN, Schottky Barrier Diode(SBD), Implantation, Leakage current

### 1. 서론

최근 AlGaIn / GaN 이종접합구조 고 전자 이동도 트랜지스터 ( High Electron Mobility Transistor, HEMT ) 와 쇼트키 장벽 다이오드 ( Schottky Barrier Diode, SBD ) 는 와이드 밴드갭, 높은 항복 전계, 높은 포화 속도 등의 우수한 물질적 특성 때문에 전력 소자로 각광을 받고 있다[1]. 높은 항복전압과 낮은 누설전류는 전력소자의 중요한 특성이고, 이러한 특성을 향상시키기 위해 layout 최적화[2], 패시베이션[3], 패시베이션 막에 As<sup>+</sup> 이온을 주입하는 연구[4] 등이 관심을 받고 있다.

기존의 SBD 소자는 사각형으로, 전류 통로 부근의 메사 구조에서 누설전류가 발생하게 된다. 이러한 누설전류를 줄이기 위한 해결방안으로, 전류 통로 부근에 메사 공정을 하지 않는 원형의 AlGaIn/GaN 쇼트키 장벽 다이오드(Schottky Barrier Diode, SBD)에 대한 연구를 하였다.

제안된 원형소자에 -100V의 역방향 전압을 인가하였을 때 10 nA/mm 인 반면 기존의 사각형 소자의 누설전류는 같은 조건 하에서 34 nA/mm로 원형소자의 특성이 우수했다. 제안된 원형의 AlGaIn/GaN SBD는 항복전압이 612 V였으며, 이 수치는 기존의 사각형의 AlGaIn/GaN SBD의 항복전압인 684 V와 비슷한 수준이었다.

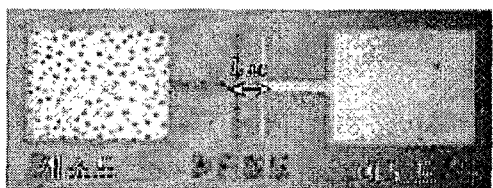


그림 1. 기존의 사각형 소자

### 2. 실험

기존의 사각형의 소자와 제안된 AlGaIn/GaN SBD가 그림 1~2에 나타나있다. AlGaIn/GaN의 이종접합 구조는 MOCVD공정에 의해 반 절연 4H-SiC 기판 위에 성장되었다. 소자간 분리를 위하여 ICP 식각을 이용하여

270 nm 길이의 메사구조를 형성하였다. 캐소드의 오믹 접합을 위해 금속 Ti/Al/Ta/Au(20 /80 /20 /100 nm)을

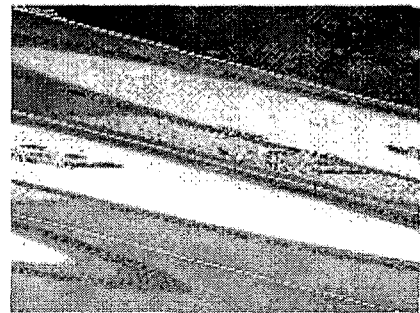


그림 2. 제안된 원형 소자

전자빔 증착기를 사용하여 순차적으로 증착하였고, 리프트-오프 기법을 이용하여 패턴을 형성하였으며, 질소 분위기 850 °C에서 30 초 간 어닐링 하였다. 애노드 영역의 쇼트키 접합을 위한 금속인 Ni/Au/Ni(50 /300 /50 nm) 또한 전자빔 증착기를 이용하여 순차적으로 증착하였고, 리프트-오프 기법을 이용하여 패턴을 형성하였다. 제안된 소자와 기존 소자는 캐소드에서 애노드까지의 길이(L<sub>ac</sub>) 각각 15 um와 20 um인 소자를 실험하였다. SiO<sub>2</sub> 패시베이션(350 nm)은 ICP-CVD에 의해서 증착이 되었다. 항복전압을 높이기 위해서 As<sup>+</sup> 이온을 패시베이션 층에 주입하였고, 40 KeV의 가속에너지와 1×10<sup>13</sup> atoms/cm<sup>2</sup>의 도즈량을 주입하였다[4].

### 3. 결과 및 고찰

제안된 원형 소자와 기존의 사각형 소자의 전류-전압 특성이 그림 4와 그림 5에 나타나있다. 제안된 원형 소자의 캐소드와 애노드의 폭(L<sub>ac</sub>)이 기존의 사각형의 소자보다 더 넓기 때문에 제안된 소자의 전류밀도는 기존의 소자의 전류밀도보다 더 낮았다. 제안된 소자와 기존의 소자의 전류밀도는 3.5 V에서 각각 94 mA/mm 와 148 mA/mm 이었다. 그러나 제안된 소자의 전류레벨은 기존의 소자의 전류레벨에 비해 매우 높았다. L<sub>ac</sub>가 20 um인 기존 소자의 전류가 3.5 V에서 14 mA인 반면에, 같은 L<sub>ac</sub>를 갖는 제안된 소자의 전류는 84 mA 이었다. 제안된 소자의 넓이가 기존소자의 넓이의 4배이

지만 전류는 6배 이므로 단위 면적당 전류는 제안된 소자가 더 높았다.

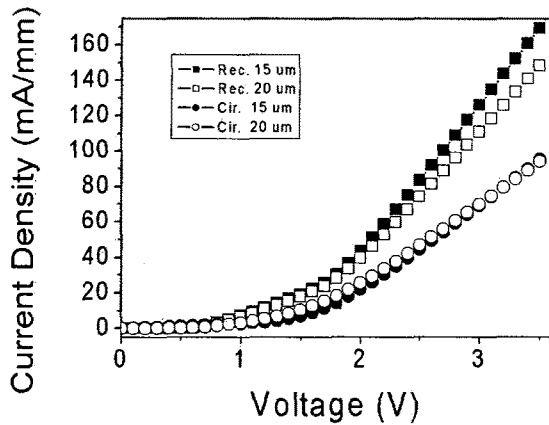


그림 4. 기존소자와 제안된 소자의 전류밀도-전압 특성

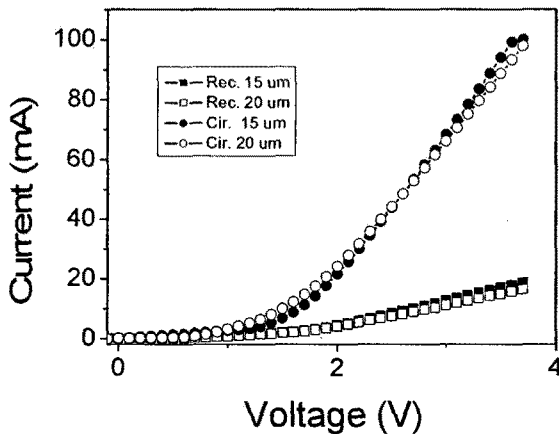


그림 5. 기존소자와 제안된 소자의 전류-전압 특성

제안된 소자와 기존 소자의 누설 전류 측정 결과가 그림 6에 나타나있다. 원형소자의 전류가 흐르는 경로 부근에는 메사 구조가 없으므로, 누설 전류 밀도가 기존의 소자에 비해 낮았다. 캐소드-애노드사이의 길이가 20  $\mu\text{m}$  일때, 제안된 소자와 기존소자의 누설전류는 100 V의 캐소드 전압에서 각각 34 nA/mm와 10 nA/mm로 나타났다. 그림7은 제안된 소자와 기존의 소자의 항복전압이다. 20  $\mu\text{m}$ 의 캐소드-애노드길이에서의 제안된 소자의 항복전압은 기존소자의 항복전압과 비슷했다. 기존의 사각형 소자와 제안된 원형소자의 항복전압은 각각 684 V와 612 V 이었다.

#### 4. 결론

본 연구를 통해 누설전류를 줄이기 위한 원형의 AlGaIn/GaN SBD를 제안하고 제작하였다. 제안된 소자는 전류가 흐르는 경로 근처에서 메사 단면이 필요 없기 때문에 누설전류가 억제되었다. 기존소자의 누설전류는 캐소드 전압이 100 V일때 32 nA/mm 이고, 그에 반해 제안된 소자의 누설전류는 10 nA/mm 이었다. 원형의 AlGaIn/GaN SBD는 항복전압과 순방향 전류의 감소 없이

누설전류를 줄이는 매우 간단하고 우수한 소자이다.

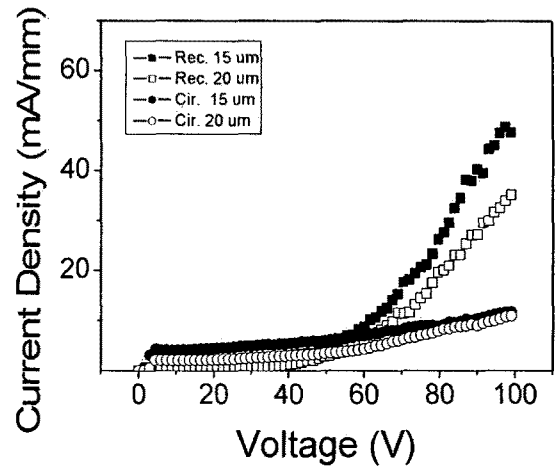


그림 6. 기존소자와 제안된 소자의 누설전류

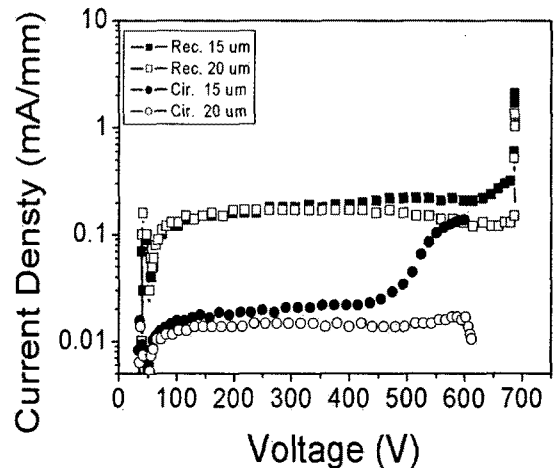


그림 7. 기존소자와 제안된 소자의 항복전압

#### 감사의 글

본 연구는 전력IT사업단을 통해 지식경제부의 전력산업 기술개발사업으로부터 지원받아 수행되었습니다.

#### 참고 문헌

- [1] M. N. Yoder, IEEE Trans. Electron Devices, 43, pp.1633~1636, 1996
- [2] Y. -S. Lon, Solid State Devices and Materials, pp 6385-6388, 2005
- [3] M.-W. Ha, et. al., Jpn. J. Appl. Phys., Vol 44, pp.6385-6388, 2005
- [4] J. Lim, Solid State Devices and Materials, pp. 168-169, 2007
- [5] Y.-H. Choi, International Conference on Silicon Carbide and Related Materials (ICSCRM), pp. We-148-149, 2007