

과도열특성을 이용한 GaN 레이저 다이오드의 열저항 분석

An Analysis of Thermal Resistances of GaN Laser Diodes by Thermal Transients

김재민, 김승택, 김영진, 정훈, 강성복, 김종석, 이정훈*, 최윤호*, 노민수*
 한국생산기술연구원, *LG전자기술원
 jongseok@kitech.re.kr

고밀도 정보저장용 광디스크의 정보를 읽거나, 정보기록용으로 이용되는 레이저 다이오드는 405nm의 파장을 가지며, 이는 GaN계 화합물반도체를 이용하여 구현되고 있다. 레이저 다이오드를 픽업내에 장착하여 사용하기 위해서는 광전특성 뿐 아니라, 신뢰성과 직접 관련되는 고온에서의 동작 특성, 열특성 등에 대한 분석이 뒷받침되어야 한다. 레이저 다이오드의 열특성을 판단할 수 있는 지표로 접합온도 (junction temperature)와 열저항 (thermal resistance)에 대한 분석이 여러 가지 방법을 통해 이루어지고 있다⁽¹⁻⁴⁾. GaN 레이저 다이오드에 대해서는 전산모사를 통한 레이저 다이오드내 온도분포 해석⁽¹⁾, 온도에 따른 전기적 특성을 이용한 열저항 분석⁽²⁾ 미분구조함수를 이용한 분석⁽³⁾ 등이 발표되어 왔다. 본 연구에서는 전기적 특성을 이용한 열저항 분석 방법을 통해⁽⁴⁾, GaN 기판을 이용하여 제작된 405nm 레이저 다이오드의 과도열특성을 구한 후 열저항을 분석하였다.

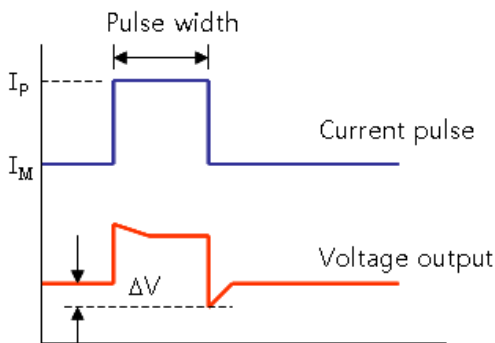
(그림 1)에 나타낸 바와 같이 모니터링 전류 (I_M)에서 전류펄스 공급 전후 전압의 변화를 측정한 후 (그림 2)의 온도-전압관계에서 구한 온도에 따른 전압 변화 인자 (K) 를 이용하여 접합면에서의 온도변화 (ΔT_j)를 구할 수 있다⁽⁵⁾.

$$\Delta T_j = \Delta V \cdot K = \Delta V \cdot \delta T / \delta V \tag{1}$$

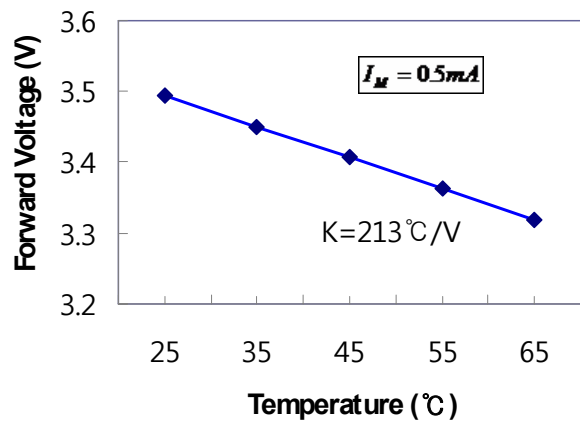
이 때 열저항 (R_{th}) 은

$$R_{th} = \Delta T_j / I_p \cdot V_p \tag{2}$$

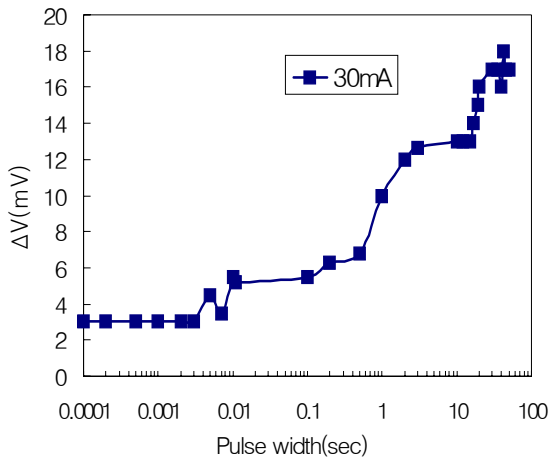
으로 구할 수 있다.



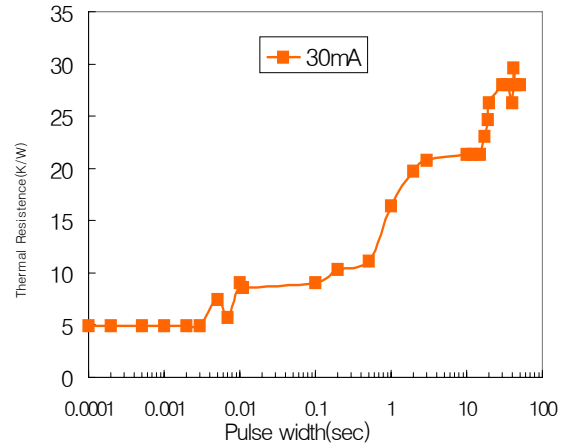
(그림 1) 전류펄스에 따른 전압변화



(그림 2) 온도에 따른 전압 변화



(그림 3) Pulse width에 따른 ΔV



(그림 4) Pulse width에 따른 열저항

(그림 3)은 30mA의 전류를 펄스폭을 달리하면서 공급하여 레이저 다이오드의 과도열특성을 측정된 결과이다. 펄스폭이 증가할수록 ΔV 는 증가하였다. 여기서 구한 ΔV 를 이용하여 앞의 식 (1), (2)로 열저항을 구하면 (그림 4)의 열저항값이 된다. 레이저 다이오드는 칩-서브마운트-히트싱크-스텝으로 이루어진 패키지 형태이며, 과도열특성을 측정된 (그림 4)의 각 스텝은 재료가 달라지는 부분별 열저항을 나타내고 있다. 열저항은 본 연구 중 공급한 가장 긴 펄스인 펄스 폭 50초 근방에서 약 30K/W로 나타났으며, 5, 5, 10 K/W의 열저항 값을 가지는 3부분과 4번째 10 K/W 이상의 마지막 스텝으로 구분이 가능하다. 이는 구조함수를 이용한 분석에 의해 발표된 GaN 레이저 다이오드의 열저항 값과 비교할 때⁽³⁾, 각각 칩-솔더, 서브마운트-부착재료, TO 패키지의 세 부분과 마지막 지그-외부환경 간의 열저항으로 구분할 수 있다⁽³⁾. 또한 과도열특성을 이용하여 분석한 열저항은 발진개시전류를 전후로 차이가 있으며, 이는 다른 물질계의 레이저 다이오드와 비슷한 경향으로 나타났다⁽⁵⁾.

이 연구는 부품소재기술개발사업 (과제번호 10024846)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- (1) G. Hatakoshi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **38**, 2764 (1999).
- (2) H. Ryu, K. Ha, J. Chae, O. Nam, and Y. Park, Appl. Phys. Lett. **87**, 093506 (2005).
- (3) W. J. Hwang *et al.*, Phys. Stat. Sol. (c) **3**, 2174 (2006).
- (4) F. Shiwei *et al.*, IEEE Proceeding of 5th International Conference on Solid State and Integrated Circuit Technology, 649 (1998).
- (5) Bernie Siegal, Laser Focus World, Nov. (2003).