

온도에 따르는 반도체레이자의 출력특성과 방지대책

김충범, 최상진

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 중요과학기술부문에 힘을 집중하면서 레이자를 비롯한 새로운 과학기술분야를 발전시키며 새로 건설하는 공장들과 기술개건대상들에 최신과학기술을 적극 받아들이도록 하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 488페이지)

반도체레이자는 그자체의 고유한 우점으로 하여 He-Ne레이자와 같이 생체자극용으로 최근에 농업과 보건부문에서 광범히 연구도입되고있다.[1-5] 그러나 이 레이자는 출력이 온도에 따라 민감하게 변하며 이것은 실천적으로 리용하는데서 부정적인 영향을 준다.

본문에서는 온도에 따르는 반도체레이자의 출력변화특성과 그것을 막기 위한 방법에 대하여 서술하였다.

온도에 따르는 반도체레이자의 출력변화특성을 조사하기 위한 온도측정체계의 구성도는 그림 1과 같다.

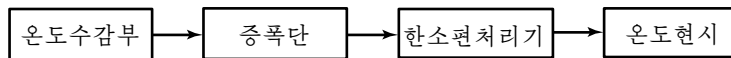


그림 1. 온도측정체계구성도

온도수감부 LM35는 150°C 까지의 온도를 $\pm 0.4^\circ\text{C}$ 의 정확도로 측정할수 있다. 측정할 때 이것을 온도가 변하는 반도체레이자소편과 접촉시키고 보온재료를 리용하여 외부와 차단한다. 수감된 온도신호는 증폭된 다음 한소편처리소자 PIC16F73을 거쳐 현시장치에 현시된다.

농업부문에서 레이자종자처리에 많이 리용되는 레이자는 출력이 5mW이고 파장이 650nm인 반도체레이자 $\Phi 6.0\text{APCMD}$ 이다. 이 레이자는 방열이 약하며 오랜 시간 리용할 때 온도의 영향을 심하게 받는다.

반도체레이자에 전원을 걸어주고 동작시간에 따르는 출력특성을 조사하였다.

동작시간에 따르는 반도체레이자의 출력특성은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 전원을 걸어주면 반도체레이자에 전류가 흐르면서 5min 동안에 온도가 5°C 이상까지 가열되고 출력은 16%이상 감소한다.

발진상태에 있는 반도체레이자는 주위매질의 온도에 의해서도 출력이 변한다. 발진상태에 있는 반도체레이자를 60°C 까지 가열할 때의 출력특성은 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 반도체레이자는 온도가 높아짐에 따라 출력이 심하게 낮아진다. 특히 45°C 에서는 출력이 50%로 낮아지고 60°C 근방에서는 거의 1/5로 낮아진다.

온도가 높아질 때 반도체레이자의 출력이 낮아지는것은 오체과정으로 인한 내부량자효율감소와 가전자띠 흡수와 자유나르개 흡수에 의한 외부량자효율감소가 일어나며 따라서 빛복사효율이 떨어지는것과 관련된다.

일반적으로 온도가 높아질 때 턱전류밀도는 증가하고 외부미분량자효율은 감소한다. 온도와 턱전류밀도사이의 관계는 다음과 같다.

$$J_{\text{턱}} = J_{\text{턱0}} \exp\left(\frac{T_j}{T_0}\right)$$

여기서 $J_{\text{턱0}}$ 은 결수이며 T_j 는 활성층에서의 온도 또는 이음온도, T_0 은 특성온도이다.

T_j 가 증가함에 따라 $J_{\text{턱}}$ 이 증가하는것은 리득스펙트럼이 확장되고 나르개들이 이질장벽을 넘으면서 루실되기때문이다.

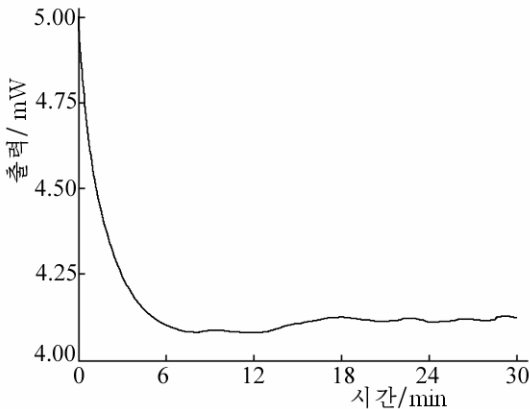


그림 2. 동작시간에 따르는
반도체레이자의 출력특성

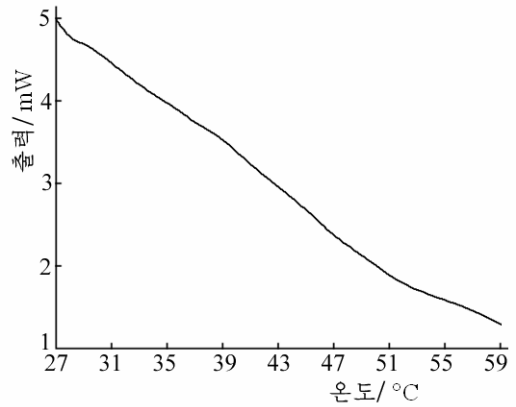


그림 3. 주위매질의 온도에 따르는
반도체레이자의 출력특성

턱전류 $J_{\text{턱}}$ 이 높아짐에 따라 턱나르개농도도 증가하기때문에 외부량자효율은 턱전류가 커질 때 감소하며 이로 하여 자유나르개흡수가 증가된다.

농작물처리와 치료에 이용되는 반도체레이자에서는 출력이 파장, 쏘임시간과 함께 자극효과에 중요한 영향을 미친다. 따라서 반도체레이자의 출력을 안정화하는것이 필요하며 여기서 온도에 따르는 출력변화를 막는것이 선차적인 문제로 제기된다.

이로부터 우리가 레이자종자처리장치에 흔히 이용하는 반도체레이자 $\Phi 6.0\text{APCMD}$ (650nm, 5mW)에 크기가 20mm×20mm×25mm인 직6면체모양의 알루미늄재질의 방열통을 달아주었다. 이렇게 방열통으로 온도변화를 제거한 반도체레이자는 오랜 시간동안 정확히 자기의 출력값을 일정하게 유지하였다.

맺 는 말

반도체레이자의 출력은 온도의 영향을 심하게 받는다. 온도가 약 20°C 만큼 증가하면 레이자의 출력은 절반이상으로 떨어지며 온도가 30°C 이상 증가하면 출력은 거의 1/5로 낮아진다.

따라서 온도상승에 의한 반도체레이자의 출력감소를 막는 가장 합리적인 방도는 방열통을 이용하는것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보 물리학, 64, 4, 57, 주체107(2018).
- [2] Ц ой Сан Зин и др.; Journal of Advanced Research in Technical Science, Issue 9, 2, 56, 2018.
- [3] S. Z. Coj et al.; Pacific Science Review A(Natural Science and Engineering), 11, 107, 2016.

주체108(2019)년 9월 5일 원고접수

The Character of Output of Semiconductor Lasers According to Temperature and a Preventive Measure

Kim Chung Bom, Choe Sang Jin

The output of semiconductor laser changes badly according to temperature and one way to prevent this is to use the radiator box of the aluminium material.

Keywords: semiconductor, laser, radiator box