

온도와 전류에 따른 Laser Diode의 발진파장 특성과 Nd:YAG 레이저의 출력 변화에 관한 연구

Temperature and current effects on the lasing spectrum of a laser diode and the output power of the Nd:YAG laser

김하나, 김경남, 강만일, 박종욱*, 임형철*, 김덕현**, 류지욱, 김용기
 공주대학교 물리학과, *한국천문연구원 우주측지연구부, **한밭대학교 교양학부
 kimyg@kongju.ac.kr

Laser diode(LD)를 고체 레이저의 여기광으로 사용할 경우 레이저 시스템의 효율을 높일 수 있고 수명을 늘릴 수 있을 뿐만 아니라 빔 질을 좋게 할 수 있다. 또한 고반복율의 펄스 레이저를 제작하는데 용이하고 소형화 제작이 쉬워 레이저 인공위성 추적시스템 등의 다양한 레이저 시스템으로의 응용이 가능하다⁽¹⁻²⁾. 이러한 장점으로 인해 LD를 여기광으로 하는 고체 레이저가 레이저 시장에서 각광받고 있고 LD의 특성을 제대로 이해하고 파악하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 808 nm 부근에서 흡수를 하는 Nd:YAG 레이저의 여기광원으로 사용될 LD의 온도와 전류에 따른 스펙트럼의 발진 특성을 자세히 살펴보고 그 특성을 연구하였다. 또한 LD의 발진파장이 온도와 전류의 변화에 따라 808 nm일 때와 808 nm가 아닐 경우로 Nd:YAG 레이저를 발진시켜 출력의 특성을 알아보았다. 온도와 전류에 따른 LD의 발진 스펙트럼 특성을 알아보기 위한 실험장치는 그림 1과 같다. LD에 가해준 전류는 5 A, 10 A, 20 A, 30 A, 40 A로 각 전류에서

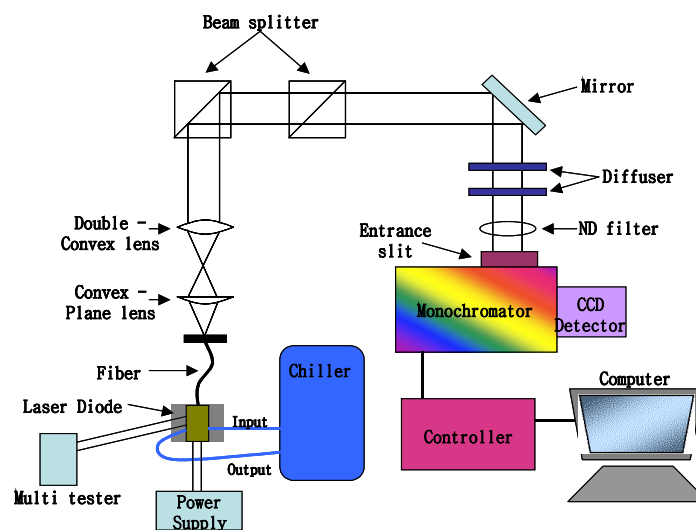


그림 1. LD의 발진 스펙트럼 측정을 위한 실험 장치도.

LD의 동작온도를 15°C에서 35°C까지 2°C 간격으로 변화시켜 온도에 따른 발진 특성을 알아보았다. 전류에 따른 특성을 알아보기 위해 LD의 온도를 25°C에 고정하고 인가전류를 10 A에서 40 A까지 2 A 간격으로 변화를 주어 발진 스펙트럼을 측정하였다. LD의 동작온도에 따른 발진파장의 변화율과 인가전류에 따른 발진파장의 변화율이 조사 보고될 것이다. LD의 동작온도가 높아짐에 따라 스펙트럼의 중심파장은 긴 쪽으로 이동하는 red-shift 현상을 보였고 발진파장의 변화율은 인가전류 5 A, 10 A, 20 A, 30 A, 40 A에서 각각 0.30 nm/°C, 0.30 nm/°C, 0.31 nm/°C, 0.32 nm/°C, 0.32 nm/°C로 평균 파장변화율은 0.31 nm/°C이었다. LD에 인가해주는 전류가 높아짐에 따라 스펙트럼의 중심파장은 역시 파장이 긴 쪽으로 이동하는 red-shift 현상을 보였고 평균 파장변화율은 0.22 nm/A 이었다. 그림 2는 LD의 각 인가전류에서 808 nm를 발진하는 LD의 적정 동작온도를 나타낸 것이며, LD에서 808 nm의 빛을 발진시키기 위해서는 인가전류에 따라 LD의 동작온도가 달라야 함을 보여준다. 이 조건에 따라 실제 LD의 동작온도를 조절하여 808 nm의 펄스 파장에서 Nd:YAG 레이저를 발진시켜 출력 특성을 연구하였다. 일반적으로 LD의 제작사는 동작온도는 25°C로 언급하고 있으나 이 온도는 인가전류에 따라 발진 중심파장이 변화를 고려하지 않은 것이고, 특히 낮은 전류에서 동작 시에는 LD의 동작온도 조절이 매우 중요하다.

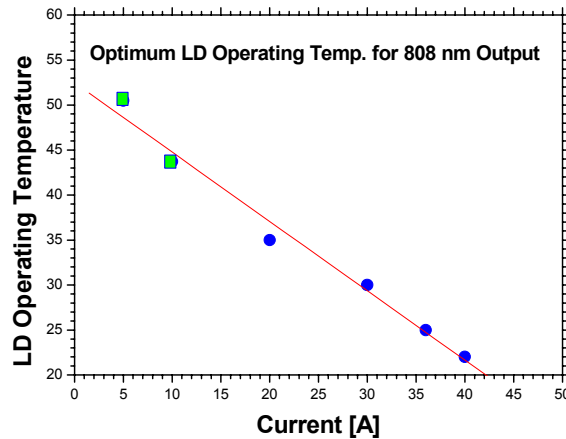


그림 2. 808 nm의 발진시 LD의 인가전류에 따른 적정온도.

1064 nm파장의 연속발진 Nd:YAG 레이저의 출력은 LD의 동작온도를 그림 2에 주어진 동작온도 조건에 따라 변화시켜 중심파장이 808 nm인 여기광으로 발진시켰을 때가 LD의 동작온도는 25°C로 고정한 상태인 808 nm가 아닌 여기광으로 발진시켰을 때보다 더 높게 나오는 것을 출력경(output coupler)의 반사율이 70%일 때와 80%일 때 각각 확인하였다. 이러한 결과를 보았을 때 Nd:YAG 레이저뿐만 아니라 고체 레이저의 발진에 있어서 안정적인 레이저 발진과 동작을 위해서는 여기광의 발진 특성에 대한 정확한 분석과 이해에 따라 LD의 동작온도 조절이 매우 중요하며, 이는 또한 낮은 인가전류에서는 레이저의 출력에도 영향을 미침을 확인하였다.

참고문헌

1. Walter Koechner, *Solid-State Laser Engineering*, 5th, (Springer, 1999).
2. R. Dabu, A. Stratan, and L. Neagu, "Design and characterization of an end-pumped Nd:YAG microlaser," *Rom. Rep. Phys.* 56(2), 294-305 (2004).