

[실험 3 예비 보고서]

2분반 12161756 윤성호

1. 실험 제목

- 전기-광 변환 소자인 LD 특성 측정

2. 실험 목적

- 가. LASER의 기본 특성을 이해한다.
- 나. LD 특성을 이해한다.
- 다. LD의 전류-광 파워 관계를 실험적으로 결정하여 그래프를 작도한다.

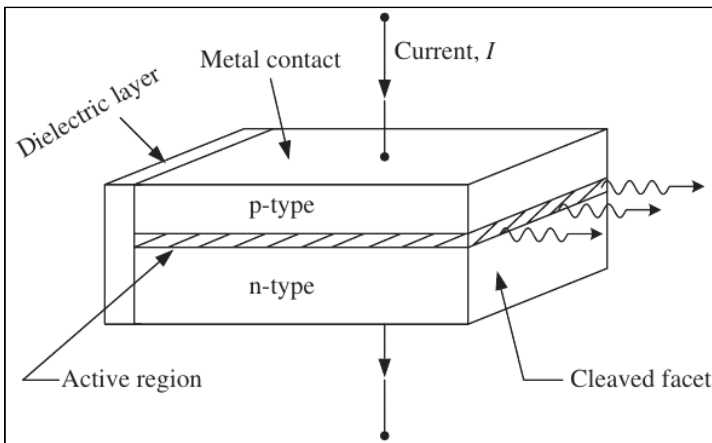
3. 이론

가. Laser 광선의 발생 원리

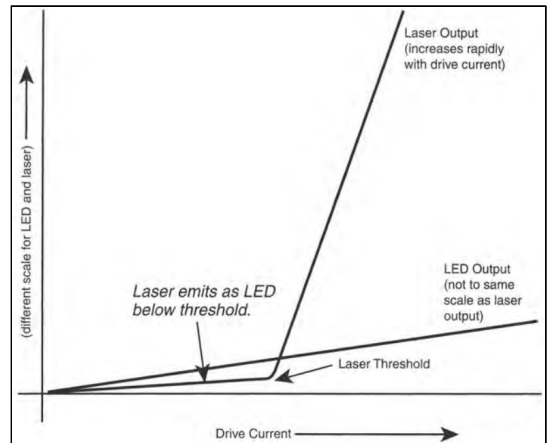
- 1) Laser : 복사의 유도 방출과정에 의한 빛의 증폭을 말한다. 세기가 아주 강하고 파장이 일정한 단색광을 방출한다.
- 2) 빛은 원자나 분자가 들뜬상태로부터 바닥상태로 되돌아갈 때나 에너지가 보다 큰 들뜬상태로부터 작은 들뜬상태로 될 때 방출된다.
- 3) 들뜬상태 : 최외각전자에 외부로부터 빛에너지를 주거나, 다른 전자나 원자를 충돌시켜 에너지를 주면 에너지를 받은 전자는 보다 바깥쪽 궤도로 이동한다. 이때를 '원자가 들뜬상태에 있다'고 한다.
- 4) 바닥상태 : 들뜬상태에 있는 원자는 불안정하므로 한 번 받아들인 에너지를 빛에너지로 외부에 방출하고 다시 원래의 궤도로 돌아가 안정한 상태를 유지하려고 한다. 원자가 안정한 상태에 있는 것을 '원자가 바닥상태에 있다'고 한다.
- 5) 반전분포 : 원자 중에는 빛에너지 등을 받아들여 들뜬상태가 될 때 이 상태에 머무는 시간이 긴 것들이 있다. 크로미온이 들어 있는 인공 루비가 이에 해당하며 이는 레이저광선을 만드는 데 중요한 성질이다. 이러한 물질에 빛에너지를 가해 들뜨게 하면 바닥준위(또는 하위의 들뜬 준위)에 있는 원자수보다 상위의 들뜬 준위에 있는 원자수가 더 많아진다. 이 상태를 반전분포라고 한다.
- 6) 물질(인공 루비 등)이 들떠서 반전분포 상태에 있을 때, 1개의 원자가 어떤 계기로 빛을 내면서 상위의 들뜬 준위로부터 하위의 들뜬 준위로 옮겨지면 다른 들뜬 원자도 자극되어 위상이 고른 같은 파장을 가진 빛을 차례차례 발생한다. 들뜬 물질의 양쪽에 거울 2개를 평행하게 놓으면 빛은 2개의 거울 사이를 반사하면서 몇 번씩 왕복한다. 그동안 차례로 유도방출이 생겨 빛은 계속 증폭된다. 2개의 평행한 거울은 유도방출을 일으킬 뿐만 아니라 거울 사이에 빛의 정상파를 만들고, 이 조건에 맞는 빛만을 증폭한다. 때문에 발생하는 빛의 파장은 하나로 선택된다. 이때 2개의 거울 중 1개의 거울을 대부분의 빛은 반사하지만 일부만을 투과하도록 만들면 거울 사이에서 증폭된 빛의 일부를 외부로 꺼낼 수 있다. 이 빛이 레이저광선이다.

나. LD(Laser Diode)

- 1) p-n 접합 다이오드에 전류를 흘려서 들뜨게 하여 레이저를 발진시키는 것을 말한다.
- 2) p-n 접합 다이오드에 순방향 전류를 흐르게 하면 p형 쪽에는 양공이, n형 쪽에는 전자가 증가한다.
- 3) 이때 LD는 들뜬상태이다. 이 상태에서 전자가 양공과 재결합할 때 빛에너지를 외부에 방출한다. p-n 접합 다이오드에 흐르는 전류를 크게 하면 양공과 전자가 계속 증가하여 반전분포가 형성된다. 이 때문에 왕성하게 유도방출이 일어나 p형과 n형의 접합면에서 레이저광선이 발생한다.
- 4) LD의 특징으로는 발광부의 크기가 수 mm 정도로 굉장히 작고, 직접적으로 전류를 흘려서 들뜨게 하므로 발진 효율이 좋다는 점이 있다.



[그림 1] Laser Diode



[그림 2] LD와 LED의 전류-광 파워 그래프

다. 전류에 따른 LD와 LED의 출력 성능 비교

- 1) [그림 2]에서처럼 LD는 임계 전류를 초과하기 전까지 LED에 비해 효율이 떨어진다.
- 2) 하지만, 일단 임계 전류를 초과하면 LED에 비해 훨씬 효율적으로 빛을 생성한다. LED에는 이러한 임계값이 존재하지 않는다.
- 3) 임계 전류는 레이저 캐비티에서 광학적 이득이 손실을 초과하는 지점이다.
- 4) LD에서 임계치 이하에서는 입력 에너지의 대부분이 열로 소산되지만, 임계치 이상에서는 입력 에너지의 대부분이 빛으로 나타난다. 일반적으로 이 문턱이 낮을수록 LD의 효율과 성능이 좋다. 레이저 임계값을 감소시키면 열 분산과 작동 온도를 감소시키기 때문에 레이저 수명이 증가하는 경향이 있다.
- 5) 또한 LD는 LED에 비해 훨씬 더 좁은 범위의 파장을 방출하는 특성이 있다.

- 참고 문헌 -

[1] Shiva Kumar, M. Jamal Deen (2014). Fiber Optic Communications: Fundamentals and Applications. 3.8.1 Heterojunction Lasers (pp.124-126). Wiley : UK.

[2] Jeff Hecht (2015). Understanding Fiber Optics.
Chapter9. Laser and LED Performance (pp.209-211).
CreateSpace Independent Publishing Platform : USA.

[3] 두산백과. 레이저[LASER(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)]
http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=101013000709573
(2020-09-21 방문).