

5주 2강.

광섬유의 구조와 전송 원리



승실사이버대학교

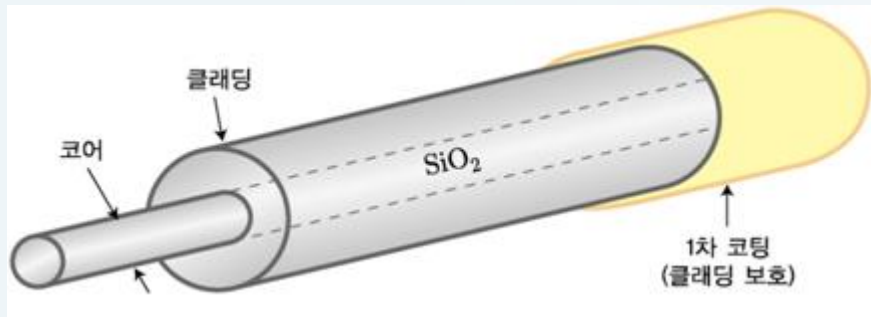
승실사이버대학교의 강의콘텐츠는
저작권법에 의하여 보호를 받는바, 무단
전재, 배포, 전송, 대여 등을 금합니다.

* 사용서체 : 나눔글꼴

광섬유의 구조와 전송 원리

◆ 광섬유의 기본적인 구조

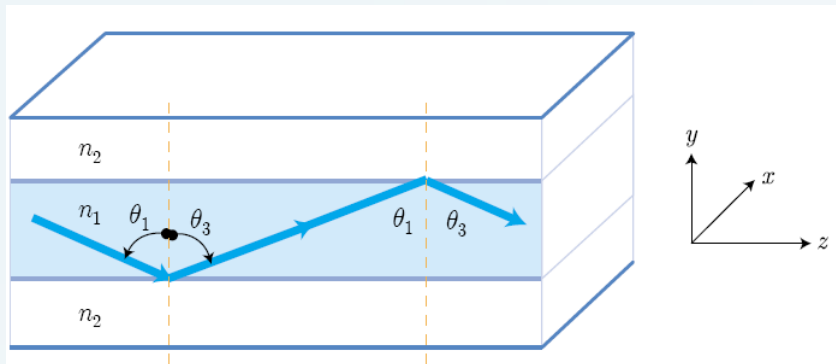
- 중심 부위인 코어(core)를 클래딩(cladding)이 둘러싼 원통 구조



- 코어와 클래딩 모두 실리카로 제조
- 불순물 첨가로 굴절률 조절
- 코어의 굴절률이 클래딩의 굴절률보다 0.2~1% 정도 높게 제조됨
- 코어의 굴절률이 더 높은 이유는 빛이 코어 내부에 갇혀 전송되도록 하기 위함 (전반사)

광섬유의 구조와 전송 원리

- 굴절률 차이에 의한 내부 전반사
 - 다음과 같이 널빤지가 포개진 것 같은 구조를 생각

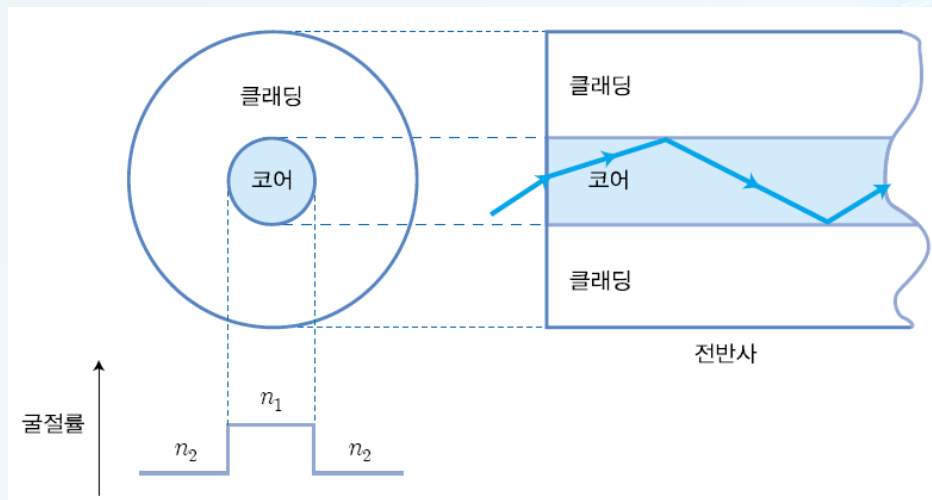


- $n_1 > n_2$ 면 내부 전반사 가능
- 매질 1에서 내부 전반사 조건을 만족하면 빛은 매질 1에서만 지그재그 형태로 진행

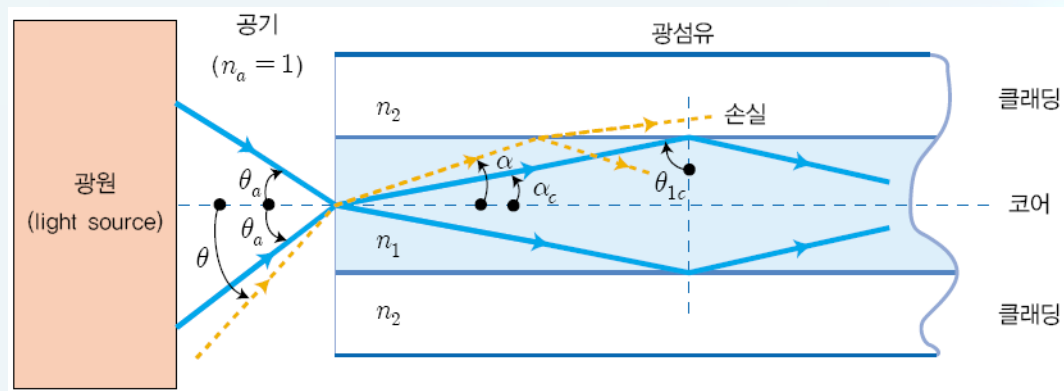
광섬유의 구조와 전송 원리

■ 계단형 광섬유

- 코어와 클래딩의 굴절률 분포가 계단 모양
- 코어에서 내부 전반사를 일으켜 클래딩으로 굴절되어 손실되지 않고 코어 내부로 유도하여 전송



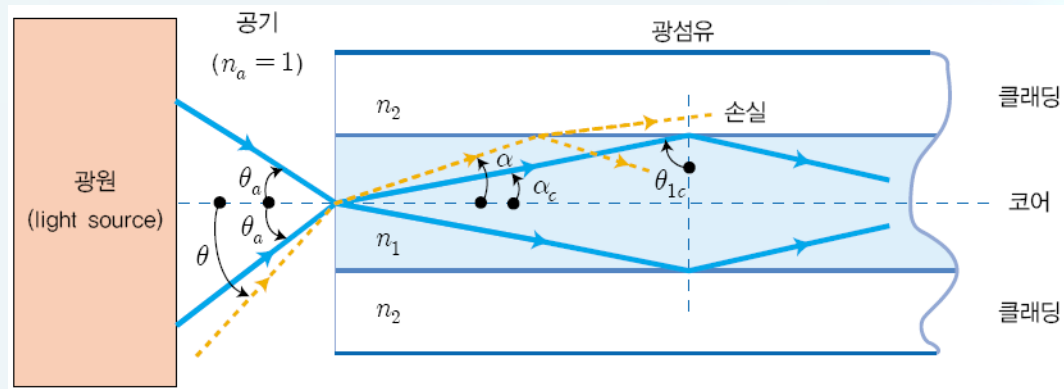
광섬유의 구조와 전송 원리



■ 임계 전파각

- 외부 광원에서 빛이 입사될 때 어떤 조건을 만족해야 내부 전반사가 일어나는가?
- 전파각 α = 광섬유의 중심선과 빔의 진행방향이 이루는 각
- 전파각 α 가 $0 \leq \alpha \leq \alpha_c$ 을 만족할 때만 광섬유 내부에서 전반사가 일어남(임계 전파각 α_c)

광섬유의 구조와 전송 원리



■ 수광각

- $\alpha = \alpha_c$ 일 때, 광원에서 코어로 도달하는 광선이 이루는 빛의 각도를 θ_a 로 정의 (수광각= $2\theta_a$)
- $\theta > \theta_a$ 면 광섬유 내부에서 일부 빛은 클래딩으로 굴절되므로 손실 발생
- 따라서 광원에서 광섬유로 이르는 빛의 각도를 θ_a 보다 작게 하는 것이 중요

■ 개구수(NA)

- 빛이 광섬유 내로 전송되는 조건을 여러 가지 각도로 설명하였지만, 이 들 각도는 실제 측정하기 힘들
- 대신 개구수(NA, Numerical Aperture)를 사용
- 개구수는 광섬유가 내부 전반사 조건을 만족해 전송할 수 있는 빛을 광원으로부터 얼마나 많이 받을 수 있는지의 능력을 나타남
- NA는 흔히 상대 굴절률 차 $\Delta = (n_1 - n_2)/n$ 로 표현 (n 은 평균 굴절률), 즉

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{(n_1 - n_2)(n_1 + n_2)} = n \sqrt{2\Delta} \quad \left(n = \frac{n_1 + n_2}{2}\right)$$

- 광섬유 제조회사는 n 과 Δ 를 조절하여 $NA=0.1\sim0.3$ 범위에서 생산 가능

광섬유의 구조와 전송 원리



[예제]

코어의 굴절률(n_1)이 1.48, 클래딩의 굴절률(n_2)이 1.46인 광섬유가 있다고 하자.

이 광섬유의 개구수(NA)를 구하라.

풀이)

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{1.48^2 - 1.46^2} = 0.2425$$

주요 연습문제 풀이



[예제]

파장이 1310nm, 1550nm일 때 광자 에너지는 각각 얼마인가?

풀이

$$E_{p(1310nm)} = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} [J \cdot s] \times 3 \times 10^8 [m/s]}{1310 \times 10^{-9} [m]} = 1.51 \times 10^{-19} J$$

$$E_{p(1550nm)} = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} [J \cdot s] \times 3 \times 10^8 [m/s]}{1550 \times 10^{-9} [m]} = 1.27 \times 10^{-19} J$$

주요 연습문제 풀이

[예제]

어떤 레이저다이오드는 1310nm 파장의 빛을 1mW로 출력한다고 한다.
초당 몇 개의 광자가 나오는가?

풀이

1초 동안 레이저다이오드에서 나오는 에너지는

$E = 1[\text{mW}] \times 1[\text{sec}] = 1 \times 10^{-3}[\text{W}] \times 1[\text{sec}] = 1 \times 10^{-3} [\text{J}]$ 이고, 1번 문제에서

$$E_{\nu(1310\text{nm})} = 1.51 \times 10^{-19} \text{ J}$$

이므로 초당 방사되는광자 수 N_P 는

$$N_P = \frac{E}{E_{\nu}} = \frac{1 \times 10^{-3} [\text{J}]}{1.51 \times 10^{-19} [\text{J}]} = 6.62 \times 10^{15}$$

수고하셨습니다.

