

7주 2강.

광섬유의 제조와 광케이블



송실사이버대학교

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

* 사용서체 : 나눔글꼴

광섬유의 제조와 광케이블

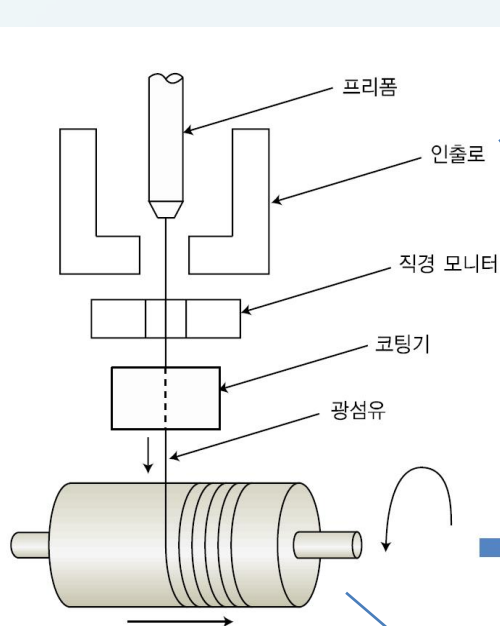
- 광섬유의 제조시 고려사항
 - 굴절률의 분포
 - 코어 및 클래딩의 크기
 - 클래딩의 바깥 직경은 $125\mu\text{m}$ 로 표준화
- 광섬유의 제조공정
 - 광섬유의 원자재에 해당하는 프리폼(preform) 제조 단계
 - 프리폼에서 광섬유를 뽑아내는 단계
- 프리폼을 제조하는 단계
 - 프리폼이란?
 - 직경이 10~20cm, 길이는 50~100cm 정도의 투명한 유리며, 원통 구조
 - 광섬유의 코어가 될 부분과 클래딩이 될 부분이 이미 같은 비율로 형성되어 있으며, 굴절률의 분포 역시 동일
 - 내부 증착법: 화합물의 정밀한 조절 가능
 - 외부 증착법: 대형 프리폼 제조에 유리



광섬유의 제조와 광케이블

■ 프리폼에서 광섬유를 뽑아내는 단계

- 프리폼이 클수록 광섬유를 많이 뽑아낼 수 있으므로 광섬유의 생산성 향상



프리폼을 약 $2,000^{\circ}\text{C}$ 의 고열로 녹여 중력에 의해 광섬유가 뽑히도록 하는 장치

인출로에서 나온 광섬유는 직경을 측정하여 인출 속도를 조절한다. 인출 속도가 빠를수록 광섬유의 직경은 가늘어진다.



인출된 광섬유는 1차 보호막 역할을 하는 코팅 단계를 거쳐 원통과 같은 구조에 감긴다.

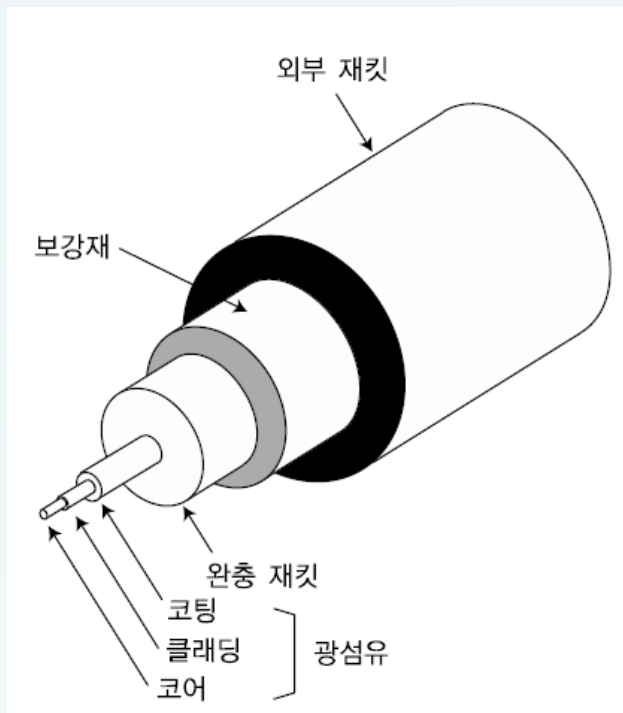
광섬유의 제조와 광케이블

■ 광케이블

- 광섬유를 보호 피복 속에 넣어 외부 환경으로부터 광섬유를 보호
- 손쉽게 포설하고, 유지 및 관리하기 위함
- 설치 위치, 케이블당 광섬유의 수, 케이블의 기계적 견고성 등에 따라 분류
 - » 설치 위치에 따른 분류 : 옥내 케이블, 옥외 케이블, 지중 케이블, 지상 케이블 및 해저 케이블 등
 - » 케이블당 광섬유의 수에 따른 분류 : 단심, 2심, 다심 케이블, 고밀도 다심 케이블 등
- 광섬유 보호나 설치, 운반 및 유지 보수를 쉽게 할 뿐 아니라 최근에는 무독성, 난연성 및 재활용성 등도 요구되고 있다.

광섬유의 제조와 광케이블

■ 광케이블



〈단심 광섬유 케이블의 구조〉



광섬유의 제조와 광케이블

■ 광케이블의 완충 재킷 구조

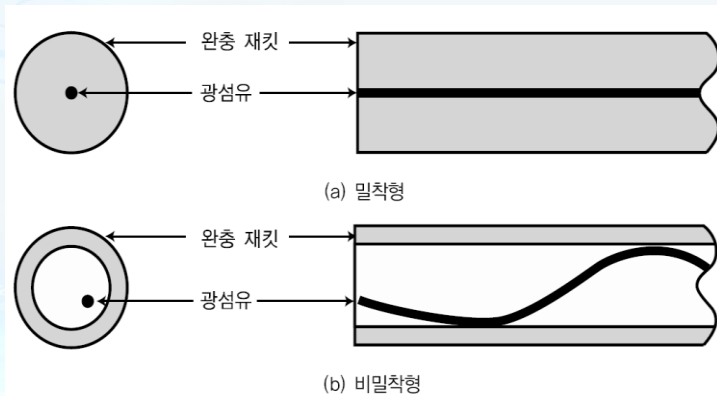
- 완충 재킷의 재질은 플라스틱이며 광섬유를 보호 : 밀착형, 비밀착형 구조

• 밀착형 구조

- 외부 환경에 영향을 받기 쉬움
- 케이블의 소형화에 유리, 유연성과 기계적인 강도가 우수
- 재료와 공정 비용이 광섬유의 수에 비례하기 때문에, 광섬유의 심선 수가 적을 때 이용

• 비밀착형 구조

- 광섬유는 구조적으로 완충 재킷과 결합되어 있지 않으므로, 광범위한 주변 온도의 변화에 영향을 덜 받음
- 장거리 전송 분야나 임시 설치에 사용



■ 다심 광케이블

- 광케이블의 광섬유 심선 수는 현재와 미래의 사용 가능성에 의해 결정
- 다심 광케이블은 12심선의 광섬유로부터 수천 심선의 광섬유를 가질 수 있다.
- 다심 광케이블은 주로 옥외나 땅속으로 매설할 경우가 많으므로, 외부 충격에서 광섬유를 보호하는 데 유리한 비밀착형 완충 구조를 많이 사용



광섬유의 제조와 광케이블



2G

3G

4G

5G

단일모드 광섬유의 표준

- 국제전기통신연합(ITU)의 통신 분야 표준화 부문인 ITU-T가 권고하는 단일모드 광섬유에 대한 표준

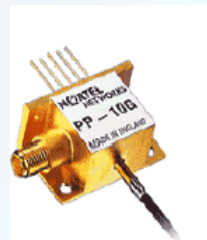
ITU-T 권고	광섬유	특징 및 응용
G.652	표준 단일모드 광섬유(standard single-mode fiber)	1310nm에서 최적화 1550nm에서는 분산 보상 필요
G.652.C	저 수분 광섬유(low-water-peak fiber)	E 대역의 손실 피크 제거, CWDM용
G.653	분산 천이 광섬유(dispersion-shifted fiber)	단일 채널용, 잘 사용하지 않음
G.654	차단 파장 천이 광섬유(cutoff-wavelength-shifted fiber)	1550nm에서 손실 최소화 해저 장거리용
G.655	비영분산 천이 광섬유(nonzero dispersion-shifted fiber)	C 대역 WDM용
G.655b	고급 비영분산 천이 광섬유(advanced nonzero dispersion-shifted fiber)	S 대역 및 C 대역 WDM용



광송신기



광섬유



광수신기

5G

4G

3G

2G



- 광송신기는 정보를 실고 있는 전기 신호를 광신호로 바꾼 후, 광섬유 안으로 입사시키는 역할
- 광송신기 = 발광소자 + 변조기 + 온도 안정화 회로 등과 같은 주변 회로
- 발광소자는 광통신 시스템에서 가장 가격이 비싼 부품 중 하나이며, 발광소자의 특성이 광통신 링크의 최종 특성에 크게 영향을 미침
- 광통신에서 사용되는 발광소자로는 반도체로 제조되는 발광다이오드(LED)와 레이저다이오드(LD)가 있다.

광통신용 발광소자의 일반적 특성

- 반도체로 제조된 LED와 레이저다이오드의 특성
 - 크기가 작아 직경이 작은 광섬유의 코어로 빛을 결합하기 쉽다.
 - 소모 전력이 낮아 주로 집적회로(IC, Integrated Circuits)로 구성되는 주변 전자 장치와 하나의 패키지로 제조 가능하다.
 - 수명이 길고 신뢰성이 높다.
 - 일반 전자 제품에 사용되는 다른 발광소자와는 달리 광통신에서 사용하는 발광소자는 다음과 같은 사항이 더 고려되어야 한다.
 - ✓ 출력 파장
 - ✓ 출력 스펙트럼 폭
 - ✓ 변조 속도

광통신용 발광소자의 일반적 특성

■ 출력 파장

➤ 광섬유의 손실 특성을 고려해야 함

- 파장이 약 $1.55\mu\text{m}$ 에서 광섬유의 손실이 최소가 되므로, 현재 장거리 광통신 시스템에서 사용하는 발광소자의 출력 중심 파장은 $1.55\mu\text{m}$ 근처
- 반도체로 제조된 LED와 레이저다이오드의 출력 파장은 반도체 에너지 갭 ΔE 에 의해 결정, 즉

$$\lambda[\text{nm}] = \frac{1240}{\Delta E}$$

광통신용 발광소자의 일반적 특성

- LED와 레이저다이오드를 제조하는 데 주로 사용되는 화합물 반도체의 밴드갭 에너지

[화합물 반도체의 밴드갭 에너지와 출력 파장]

화합물	밴드갭 에너지[ev]	출력 파장 범위[nm]
GaAs	1.4	900
InP	1.33	930
GaAlAs	1.4~1.55	800~900
InGaAs	0.95~1.24	1000~1300
InGaAsP	0.73~1.35	900~1700

광통신용 발광소자의 일반적 특성

■ 출력 스펙트럼 폭

➤ 광섬유의 분산 특성과 함께 고려해야 함

- 광섬유로 전송되는 광펄스의 퍼짐은 발광소자의 스펙트럼 폭에 직접 비례
- 발광소자의 출력 스펙트럼 폭 $\Delta\lambda$ 가 작을수록 고속 장거리 통신에 유리

참고) 일반적으로 LED의 $\Delta\lambda$ 는 30~120nm에 이르지만, 레이저다이오드의 $\Delta\lambda$ 는 1nm 이하로 좁으므로 고속 장거리 통신에서 LED는 사용되지 않고 주로 레이저다이오드가 사용된다. 레이저다이오드의 스펙트럼 폭은 아주 좁기 때문에 흔히 선폭(linewidth)이라고도 한다.

수고하셨습니다.

