

12주 2강.

파장분할다중화(WDM) 시스템



송실사이버대학교

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

* 사용서체 : 나눔글꼴



◆ WDM 시스템 개요

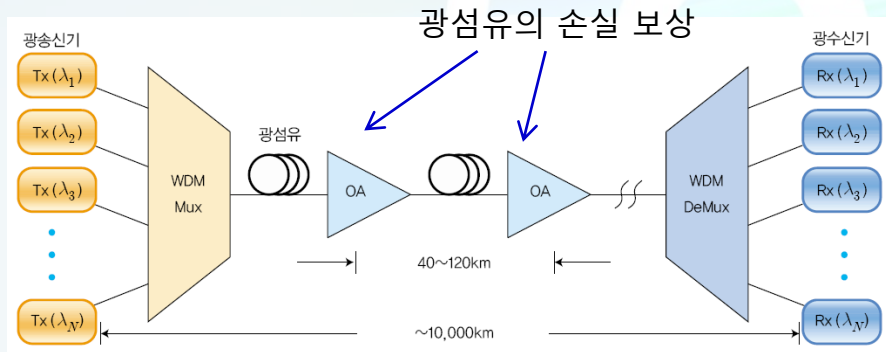
- 광섬유는 약 $1.2\sim 1.6\mu\text{m}$ 범위의 파장에서 통신에 적합한 저손실($<\sim 0.4\text{dB/km}$) 특성을 나타냄
- $1.2\sim 1.6\mu\text{m}$ 파장 대역은 약 60THz 의 막대한 주파수 대역폭을 의미
- 광섬유의 대역폭을 충분히 활용하기 위해서는 여러 개의 채널을 하나의 광섬유로 전송하는 다중화(multiplexing) 기술이 필요

→ 파장분할다중화(Wavelength Division Multiplexing)

파장분할다중화(WDM) 시스템

■ WDM 시스템의 원리

- 여러 개의 광송신기가 각각 다른 중심 파장을 갖는 레이저로 독립적인 정보를 따로 변조
- 이들 광신호를 WDM 다중화기(Mux, Multiplexer)로 모아 하나의 광섬유로 동시에 전송
- 수신 측에서는 중심 파장이 다른 광신호를, WDM 역다중화기(DeMux, Demultiplexer)로 분리한 후, 각 수신기에서 정보 신호를 복원

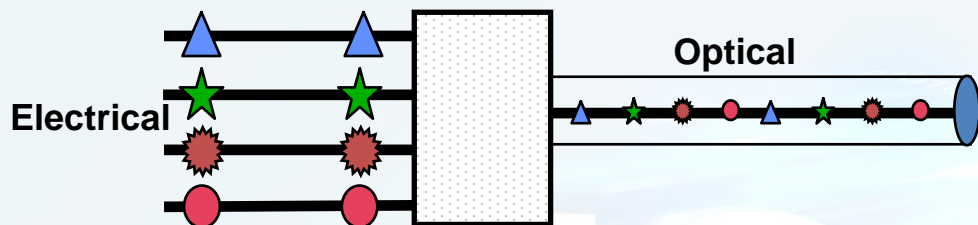


파장분할다중화(WDM) 시스템

■ TDM과 WDM의 비교

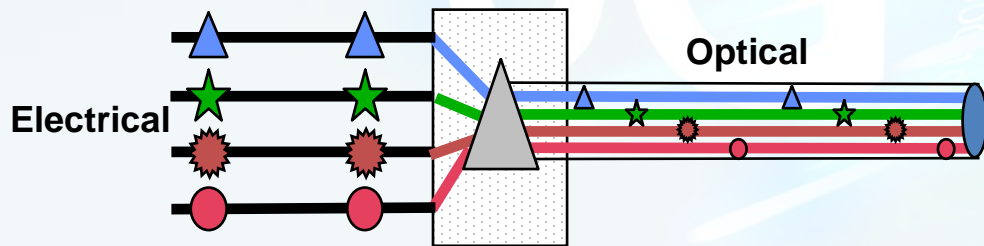
• 시간분할다중화(TDM)

- 하나의 선로(광섬유)에 여러 채널의 신호를 시간 차를 두고 전송하는 방식



• 파장분할다중화(WDM)

- 하나의 선로(광섬유)에 중심 파장이 서로 다른 여러 채널을 동시에 전송하는 방식



파장분할다중화(WDM) 시스템

- TDM과 WDM의 비교



TDM : series



WDM : parallel



■ WDM 시스템의 장점

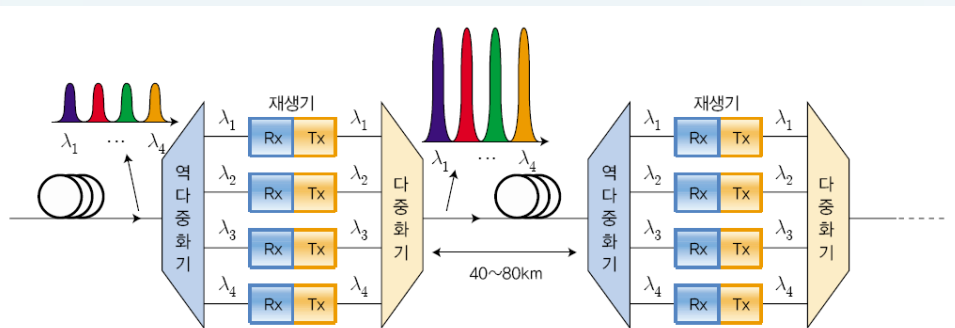
- 확장성
 - 전송 용량을 증가시키기가 쉽다.
 - 데이터 트래픽이 증가하면, 채널수를 늘리면 된다.
- 투명성
 - 전송 형태(transmission format)에 독립적
 - 즉 중심 파장만 다르다면, 각 채널의 비트율은 물론 변조 방식이 각각 달라도 하나의 광섬유 안으로 함께 전송 가능
- 네트워크 구성의 용이성
 - 네트워크 구성이 매우 쉽다.
 - 전송 도중 특정 파장을 손쉽게 분리해 내거나 더해줄 수 있다.



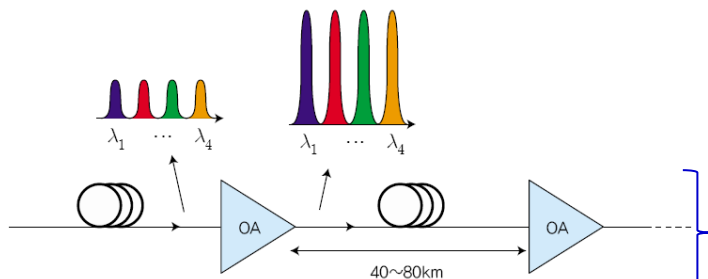
- WDM 시스템의 핵심 소자
 - WDM 시스템을 구성하기 위해서는 여러 가지 중요한 광소자 기술이 필요
 - 광송신기
 - 중심 파장이 매우 안정적인 LD로 구성된 광송신기가 필요
 - 채널마다 중심 파장이 조금씩 달라야 함
 - 선폭이 가능한 한 좁고, 모드 제거율(SMSR)이 높아야 함
 - 간접 변조 방식을 사용하여 처핑의 영향을 최소화
 - WDM 다중화기와 WDM 역다중화기
 - 광수신기
 - 단일 채널에서 사용하는 광수신기를 그대로 사용 가능
 - C 대역과 L 대역을 포함한 넓은 대역폭에서는 광다이오드 반응도의 편차를 보상해야 함
 - 광증폭기
 - 중·장거리용 WDM 시스템은 광섬유의 손실을 보상하기 위해 광증폭기 필요

파장분할다중화(WDM) 시스템

- 예) 4ch WDM 시스템



(a) 재생기를 사용한 경우



(b) 광증폭기를 사용한 경우

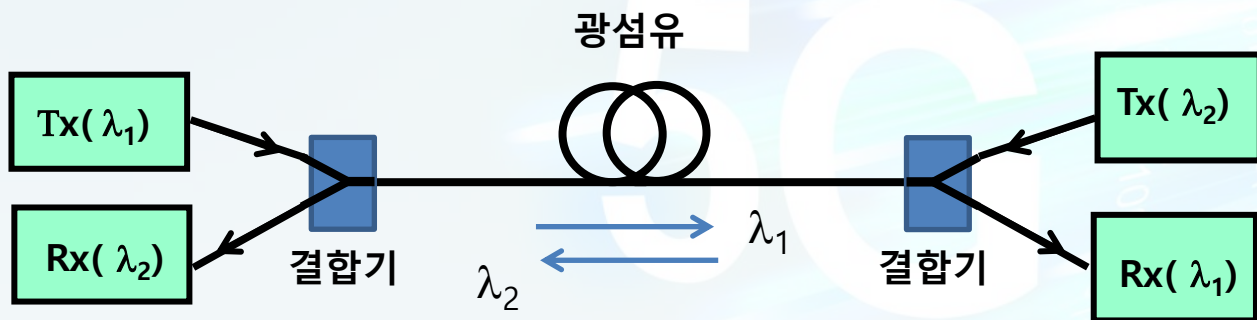
채널수, 비트율이나
변조 방식이 바뀌어도
그대로 사용 가능

파장분할다중화(WDM) 시스템

◆ WDM 시스템의 종류

■ WWDM(wide WDM) 시스템

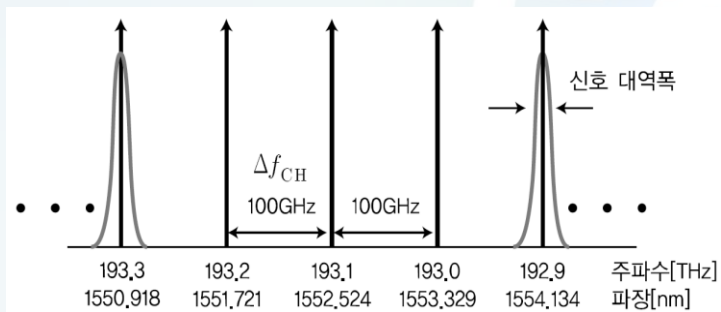
- 1980년대 초창기의 WDM 시스템
- 850nm와 1310nm, 또는 1310nm와 1550nm 단 두 파장만을 사용하는 구조
- 양방향(duplex) 데이터 전송이 주목적



파장분할다중화(WDM) 시스템

■ DWDM(Dense WDM) 시스템

- 채널 간격이 200GHz 이하인 WDM 시스템
- 국제전기통신연합(ITU)은 파장 대신 주파수로 채널 간격을 표준화했으며, 이를 흔히 ITU 그리드(grid)라 부름
- ITU는 193.1THz(1552.52nm)를 절대 주파수 기준(AFR, Absolute Frequency Reference)으로 정함
- AFR을 기준으로 100GHz로 채널 간격을 정의했다가 차차 S, C 및 L 대역에 걸쳐 50GHz, 25GHz 및 12.5GHz 간격도 정의
- 채널 간격이 좁을수록 광부품의 가격 상승

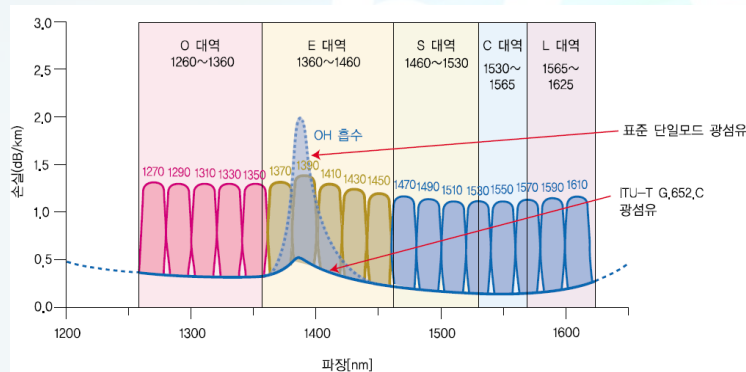


채널 사이의 주파수
간격은 일정하지만,
파장 간격은 조금씩
차이가 남

파장분할다중화(WDM) 시스템

■ CWDM(Coarse WDM) 시스템

- 통신망에 대한 수요가 점차 장거리 기간망에서 메트로망과 가입자망으로 확대되자 저비용의 WDM 시스템에 대한 수요 증가
- DWDM보다 채널 간격이 넓고 광증폭기가 필요 없는 단거리 (50km 이하) 전송에 사용하는 WDM 시스템
- 주파수 그리드는 2500GHz(파장으로 20nm에 해당)이며, 1270nm에서 1610nm(O 대역에서 L 대역)에 걸쳐 18채널이 정의
- 채널 간격이 넓어 저비용의 부품 사용 가능
- 광섬유의 손실 곡선과 CWDM의 채널 간격





◆ WDM 시스템의 전송 용량

- WDM 시스템에서 전송 용량(transmission capacity)은 채널 수와 채널당 전송 속도, 즉 비트율의 곱으로 결정

■ 전송 용량을 증가시키는 방법

- 각 채널의 비트율을 데이터 트래픽에 따라 점차 증가
- 채널수 증가
 - 채널 밀도 증가 (채널 간격 감소)
 - 광증폭기의 대역폭 증가

5G

4G

3G

WDM 시스템에서 사용하는 주요 수동소자

“광소자의 기능과 특성이 WDM 시스템의 전송 특성과 발전에 미친 영향 이해”

■ 광부품의 분류

• 능동소자

- 외부에서 전원 공급
- 반도체 메모리나 마이크로프로세서와 함께 사용하는 경우가 많음
- 레이저다이오드, 외부 변조기, 광다이오드, 광증폭기

• 수동소자

- 외부 전원이 필요 없는 소자를 말하며, 광신호를 통과시키거나 제한하는 등 상대적으로 단순한 기능을 수행
- 값이 싸고 유지 관리가 쉬운 편

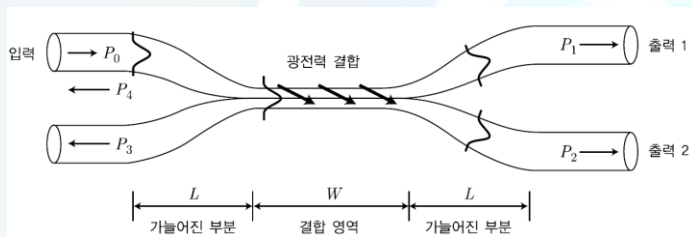
WDM 시스템에서 사용하는 주요 수동소자

◆ 광결합기

- 광섬유로 전파된 광전력을 2개 이상의 광섬유로 분배(split)하거나 또는 반대로 2개 이상의 광섬유를 통해 전파된 광신호를 하나의 광섬유로 결합(combine)하는 기능을 갖는 광수동소자
- 광섬유 기술, 또는 광 도파로(optical waveguide) 기술로 제작
- 광전력을 분배하기 위해 사용할 경우, **광분배기(optical splitter)**라고도 함

■ 2×2 결합기

- 광섬유 기술의 일종인 FBT 결합기의 기본 구조

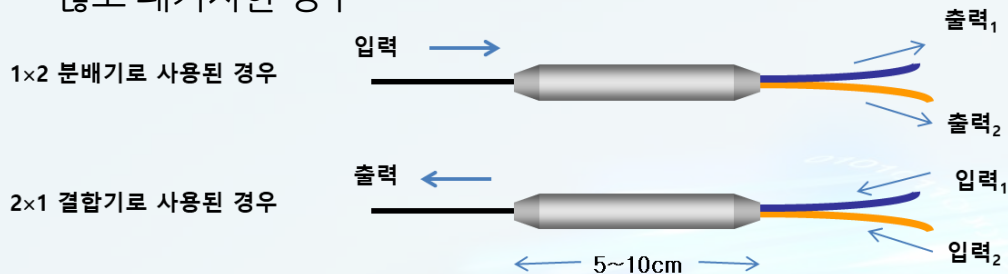


- FBT 결합기는 값이 싸고 삽입 손실이 낮음

WDM 시스템에서 사용하는 주요 수동소자

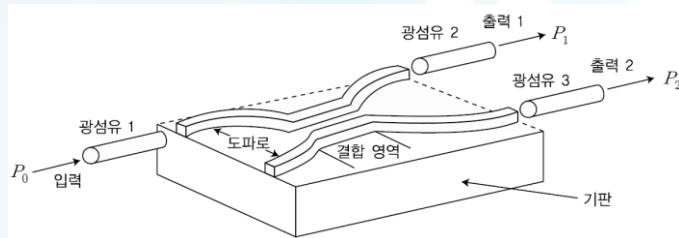
■ 3단자 결합기

- 2×2 결합기에서 입력 단자 혹은 출력 단자중 하나를 사용하지 않고 패키징한 경우



■ 광 도파로 기술로 제조된 3단자 결합기

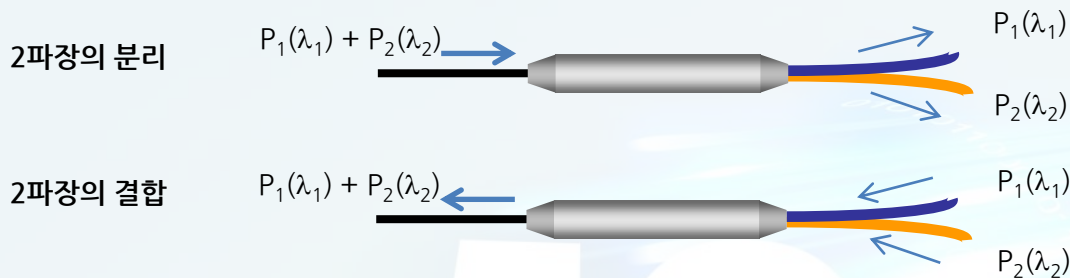
- 입출력 단자 수가 많으면 FBT 결합기보다 광 도파로(optical waveguide) 기술로 결합기를 제조하는 것이 유리



WDM 시스템에서 사용하는 주요 수동소자

■ WDM 결합기

- 파장에 대해 선택적인 결합기
 - 3단자 WDM 결합기의 예



- 초창기의 WDM 시스템에서 1310nm과 1550nm 두 파장을 결합하거나 분리하는 데 많이 사용되었음
- 최근에는 광증폭기에서 신호(중심 파장 1550nm)와 펌프(pump) 레이저(980nm, 1480nm 등)의 출력을 결합하는 데 흔히 사용

WDM 시스템에서 사용하는 주요 수동소자



◆ 광감쇠기, 광 단방향기, 광순환기

■ 광감쇠기

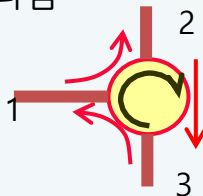
- 빛의 진행 방향에 관계없이 빛의 세기를 감소시키는 소자

■ 광 단방향기(optical isolator)

- 빛이 한쪽으로만 전송되게 하는 광소자
- 레이저와 광증폭기 등에서 반사광을 차단하는 역할
- 순방향 삽입 손실은 0.2~2dB 정도지만, 역방향 삽입 손실은 20~40dB 정도

■ 광순환기(optical circulator)

- 단자가 3개 이상인 단방향기라고도 할 수 있음
- 단자 1에서 2, 2에서 3, 3에서 1로는 결합되나(삽입 손실 0.3~1.5dB), 역방향으로 결합되는 경우 20~40dB의 높은 손실을 나타냄



수고하셨습니다.

