

# 능동소자를 이용한 CWDM 광채널 감시 기능

하철세  
SK텔레콤

## CWDM supervisory channel using an active device

Ha-Cheul Seh  
SK Telecom

**Abstract** - 광주파수에서 대역을 나누어주는 광 필터를 이용하여, 기존의 2 코어를 이용한 단 방향 광통신을 1 코어를 이용한 양방향 통신으로 전환하여 광선로 절감효과를 얻을 수 있다. 그러나 그런 양방향 통신에서 CWDM (coarse wavelength-division multiplexing) 광채널들에 대한 채널 감시가 요구된다. 정확한 정보전달을 위하여 광원의 특성을 모니터하고, 또한 보드의 신호 레벨에서 감시를 통하여 신호의 오전달을 감시한다. 본 발표논문에서는 광선로 절감에 따른 CWDM 광채널의 성능 개선을 위한 감시기술에 대하여 설명하고, 망교체시에 다른 선로에 영향을 최소로 하는 적절한 감시기술을 설명한다.

### 1. 서 론

일반적으로, 광통신은 정보가 담긴 광원을 광섬유를 통하여 송수신하는 통신 방식이다. 아주 높은 주파수의 빛을 반송파로 이용하기에 정보량을 높이기 위하여 용이하여 대용량 전송에서 각광을 받아왔다. 초기의 광통신은 1 코어의 광섬유에 광원을 반송파로 하여 1채널의 낮은 비트레이트의 광 신호가 전송되었다. 그러나 통신용량이 증가하고, 안정화된 광원이 개발되면서, 통신업계에서는 WDM (wavelength-division multiplexing) 광통신으로 시선이 집중되었다. 광섬유 내에서는 파워손실이 많은 대역과 적은 대역이 나뉘어 지는데 파워손실이 적은 대역을 이용하여 전송을 하게 되면, 광신호를 더 멀리 보낼 수 있다. 그림 1은 파장별 파워손실을 나타내고 있다. 초기의 광원들은 850 nm 대역의 1st window를 이용하였고, 점차 광섬유의 발전으로 1300 nm 대역의 2nd window

로 비교적 파워손실이 적은 대역을 이용하였고, 현재는 가장 파워손실이 적은 1550 nm 대역인 3rd window를 이용하여 광통신을 한다.

최근 WDM 통신은 채널간격의 차이로 크게 DWDM (dense-WDM)과 CWDM (coarse-WDM)으로 분류할 수 있다. DWDM은 채널간격이 200 GHz (1.6 nm) 이내에 채널들을 정렬하여 통신하고, 이 CWDM은 채널간격이 20 nm인 채널을 정렬하여 통신한다[1]. 전자는 중심파장 1550 nm인 광섬유증폭기의 개발로 3rd window를 이용하였고, AWG (arrayed-waveguide grating)의 개발로 파워손실이 가장 적은 35 nm 대역(C-band 1530~1565 nm 대역)내에 채널들을 집중시켜 많은 파장을 실어서 장거리로 전송할 수 있어 각광을 받아왔다. 그러나 DWDM 통신을 통한 100 km 이상의 장거리 통신을 하기 위해서는 채널안정화와 분산보상이 요구되어 비용이 상승한다. 채널들이 파장에 매우 안정적으로 동작해야 하기 때문에 광채널과 광 다중화부/광 역다중화부에 정밀한 제어회로가 요구되고, 누적된 분산을 보상하기 위한 DCF (dispersion-compensating fiber)를 이용해야 하는 어려움이 있다.

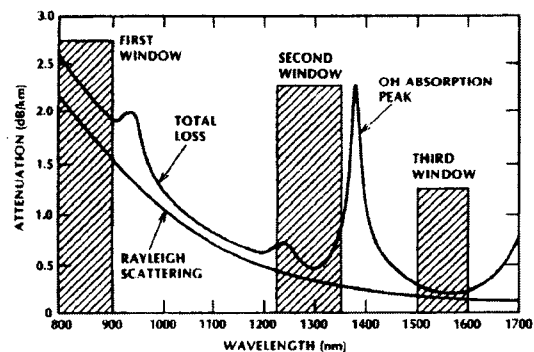


그림 1. 파장별 파워손실

한편, 후자는 장거리 전송이 아닌 수십 km 이내의 광통신에는 아주 유용하게 사용될 수 있다. 전자처럼 채널들이 집중되어 있지 않아서, 정밀한 제어회로가 필요치 않은 uncooled DFB-LD (distributed feedback laser diode)를 이용하고, 광다중화와 광역다중화부에 광박막 필터(TFF: thin-film filter)를 이용할 수 있어 비용절감 효과를 얻을 수 있다. 이 넓은 광대역 필터의 개발로 uncooled DFB LD를 이용하여 통신이 가능하게 되었고, 이 필터의 특성상 채널 확장이 용이하고, 사용자의 요구에 맞는 다양한 망 설계가 가능하다. 즉, CWDM 광통신은 규모상 Metro edge, Access networks, LAN, PON 등에 적합하고, 전송거리 측면으로는 short-haul 내지는 medium-haul에 적합한 솔루션이 될 것이다.

2. 본 론

표 1에서처럼 DWDM 광원은 중심채널의 파장 제어를 위하여 온도제어하여 사용하는 cooled DFB-LD를 사용하고 채널간격은 0.4~1.6nm의 간격으로 이용된다. 광다중화와 광역다중화 필터로 온도제어를 해야하는 고가의 AWG를 파장대는 1530~1565 nm의 C-band 대역을 사용하고 파장집중되어 광섬유증폭기를 이용할 수 있다. 따라서 장거리(수백 km 이상의 long-haul)의 통신에 유용하다.

표 1. DWDM과 CWDM의 비교

	DWDM	CWDM
Light source	Cooled DFB-LD	Uncooled DFB-LD/FP-LD
Channel spacing	0.4, 0.8 or 1.6 nm	20 nm
MUX/DEMUX	AWG	TFF
Cost	Higher	Lower
Bit rate	up to 10 Gb/s	up to 2.5 Gb/s
Wavelength range	1530-1565 nm	1270-1610 nm
Application	Long haul	Medium/short haul

반면에, CWDM은 광원으로 온도제어가 필요없는 uncooled DFB-LD 또는 FP-LD를 사용하여 광파워만을 제어하여 간단한 LD 드라이버만을 사용할 수 있다. 채널간격은 10배 이상 넓은 20 nm 간격이고, 광다중화와 광역다중화

필터로 온도 제어가 필요치 않은 광박막 필터를 사용할 수 있다. 전체 대역은 비교적 광손실이 적은 360 nm 대역(O-, E-, S-, C-, L-band)을 사용한다. 전송거리는 수십 km 이내로 설계되면 효율적으로 사용되어질 것이다. 광손실에 의한 광증폭기이나, regen 카드를 이용할 필요가 없기 때문에 근거리 통신망(short-haul)이나 중거리 통신망(medium-haul)에 유용할 것이다.

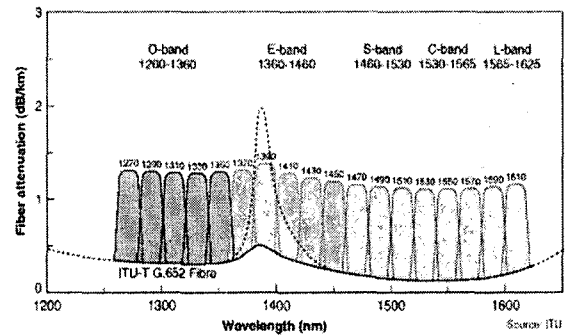


그림 2. CWDM 광통신의 광채널의 중심파장

그림 2는 CWDM 광통신에 쓰이는 광채널의 중심파장대를 나타낸다. 그 중심파장은 1260 ~ 1620 nm에서 20nm 간격으로 배열되어 있다. 전체 18파장이 있는데, 기존의 광선로에서는 OH성분의 흡수로 인해 전송하기 어려울 정도로 파워손실이 매우 높기 때문에 2 파장에 대하여 사용되지 않는다. 최근에는 OH성분이 적은 광화이버(zero water peak fiber)를 연결하여 전체 18채널을 사용하려는 연구를 하고 있다[2]- [3].

2. 1. 광통신망 설계

여러 node들이 서로 간에 통신을 하는 광통신망을 설계한다고 가정하면, 즉, 예를 들어 4개의 node 있고, 그중 하나는 기지국이고, 나머지는 3개의 remote node들이라고 가정하면, 그림 3처럼 2개의 코어를 갖는 광통신망을 나타낼 수 있을 것이다. 각 노드들은 TDM (time-division multiplexing) 신호를 통신하고 광섬유는 노드별 2개의 코어를 갖어야 통신을 할 수 있다. 각 core에서는 넓은 대역을 갖는 광원을 이용하여 통신할 수 있다. 그러나 이러

한 광통신망을 설계한다면, 일정기간마다 지불해야할 광선로의 임대비용이 2배로 높게 책정되어야 할 것이다.

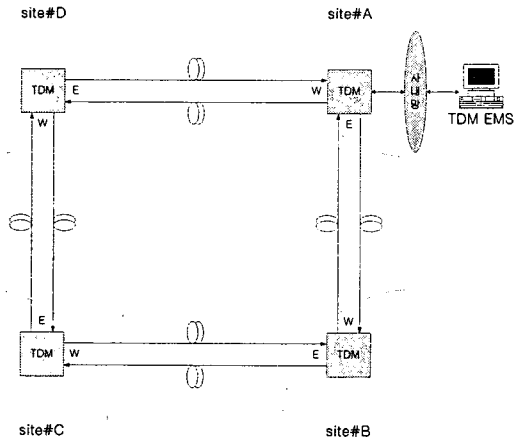


그림 3. 기존의 2개의 코어를 갖는 광통신망

따라서, 이러한 망 설계를 보다 그림 4처럼 추가로 CWDM 광필터를 삽입하여 광선로를 감소시킬 수 있는 설계가 더 효율적일 것이다. 단기에 초기 설비비가 증가하겠지만, 장기적으로는 선로에 대한 임대 비용이 크게 감소할 것이다. 또한 추가적으로 채널 증설시 광박막 필터와 중복되지 않는 광원을 추가로 삽입하면 쉽게 전체채널 용량을 증가시킬 수 있다.

이렇듯 근거리 또는 중거리 광통신을 위하여 보다 효율적으로 운용할 수 있는 CWDM 통신방식은 사설(Enterprise) 망과 가입자(access) 망에 적용하기 용이할 것이다.

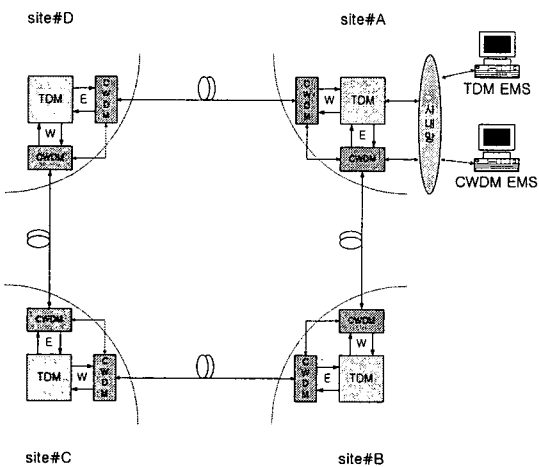
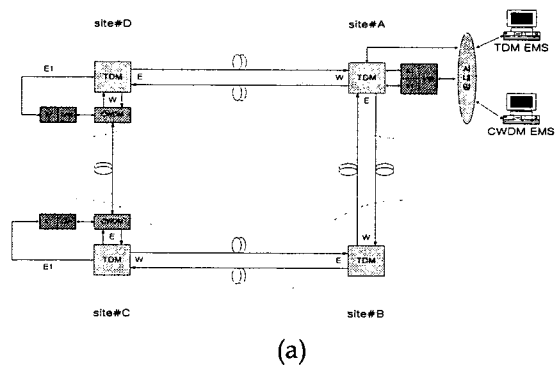


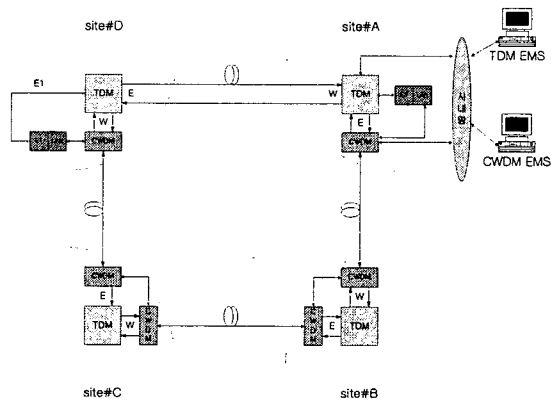
그림 4. 하나의 코어를 갖는 광통신망

## 2. 2. CWDM 광통신망 관리 및 운용

CWDM 광통신망은 광채널의 신호와 파워 및 파장을 관리 운용을 수행해야 한다. 그림 4에서처럼 기본적으로 광감시 채널(optical supervisory channel)을 이용하여 원격노드 채널들의 관리 운용을 중앙에서 수행한다. 신호채널의 전송속도는 STM1~STM16의 SDH신호와 GbE의 Ethernet 신호를 전송한다. 1 코어 이용시 감시채널은 2 Mb/s의 광감시 채널을 이용하고 CWDM에 실어서 각각의 노드로 전송한다. 이렇듯이 전체 망을 신설하여 전송선로를 한번에 1코어로 이용할 때는 감시채널을 추가의 CWDM 광채널을 이용할 수 있다.



(a)



(b)

그림 5. 기존 2코어와 신설 1코어의 혼용망

그러나 기존에 2코어의 전송선로로 이루어져 있다면, 한 구간씩 코어를 감축해 나가야 할 것이다. 그림 5에서처럼 일부 원격지의 광선로

를 2코어에서 1코어로 변경시에는 TDM의 E1 신호를 이용하여 채널 감시를 수행하고 LAN 포트에 접속해서 이용한다. 이러한 방식으로 2코어의 전송망을 순차적으로 전체선로를 1코어로 바꿀 수 있다. 즉, 그림 3의 기존 2코어망에서 그림 5(a), 그림 5(b)망을 거쳐서 그림 4의 1코어망으로 전체망을 망장애 없이 변경할 수 있다. 또한 필요시에 CWDM의 남은 채널로 광채널을 증설할 수 있어 전송용량을 크게 증가시킬 수 있을 것이다.

### 3. 결 론

CWDM 광통신은 규모상 Metro edge, Access networks, LAN, PON 등에 적합하고, 전송거리 측면으로는 short-haul 내지는 medium-haul에 적합한 솔루션이 될 것이다. 광주파수에서 대역을 나누어주는 광필터를 이용하여, 기존의 2 코어를 이용한 단방향 광통신을 1 코어를 이용한 양방향 통신으로 전환하여 광선로 절감효과를 얻을 수 있었다. 그러나 그런 양방향 통신에서 CWDM 광채널들에 대한 채널 감시가 요구된다. 정확한 정보전달을 위하여 광원의 특성을 모니터링하고, 또한 보드의 신호 레벨에서 감시를 통하여 신호의 오전달을 쉽게 감시한다. 광선로 절감에 따른 CWDM 광채널의 성능 개선을 위한 감시기술에 대하여 설명하였고, 망교체시에 다른 선로에 영향을 최소로 하는 적절한 감시기술을 설명하였다.

#### [참고문헌]

- [1] A. Girar, ed., ITU-T G.671, personal communication
- [2] S. K. Das et al, "Coarse-WDM Throughput of up to 20 Gb/s in the 1300-1440 nm Region over 63 km of Low Water Peak Fiber", NFOEC, July 2001, Session B5
- [3] B.R. Eichenbaum et al, "Economics for Choosing a Coarse WDM Wavelength Grid", NFOEC, July 2001, Session F8