主題

WDM 광전송 기술

ETRI 고 제 수, 이 현 재, 이 종 현

차 례

Ⅰ. 서론
Ⅱ. WDM 시스템 핵심요소 기술
Ⅲ. WDM 시스템 기술 동향
Ⅳ. WDM 시스템 향후 전망
Ⅴ. 결론

Ⅰ. 서 론

최근 인터넷의 급격한 보급에 따라 데이터 전송량이 비약적으로 증가한 결과 전송망에서 회선부족에 직면할 수 있다. 더구나 정보 전송량(트래픽)의 급증을 예측하기가 어려움으로 종래의 설비투자에 따른 신규 파이버 포설로는 트래픽의 수요에 대응하기가 어렵다. 이 문제을 해결할 수단으로 파장분할다중(WDM : Wavelength Division Multiplexing) 기반의 광전송 기술이 주목되었으며, WDM 시스템이 도입되는 계기가 되었다. 또 2000년대에 들어서자 음성과 데이터간의 트래픽이 역전되었으며, 앞으로도 트래픽의 급증은 지속될 것으로 예상되어 통신망 사업자는 WDM 시스템을 전송망 시스템의 주류로 생각하여 적극적으로 도입하고 있으며, 오히려 신규로 포설되는 파이버도 WDM 시스템을 구축하는 것을 전제로 포설하고 있다.

따라서 음성, 데이터, 영상으로 이루어지는 IP(Internet Protocol) 또는 ATM/STM 기반의 멀티미디어 통신과 수백 Gb/s로 부터 수 테라비트급까지의 전송 수요를 충족하기 위해서는 WDM 광전송방식이 전송망의 핵심 요소기술로 자리잡아야 하는 것이다.

통상 WDM은 DWDM(Dense WDM)과 CWDM(Coarse WDM)을 모두 포함하나 여기서는 DWDM에 대하여 이야기한다. WDM 시스템 기술은 파장이 다른 다수의 레이저를 사용하여 단일 광파이버를 통해 동시에 다수의 광파를 보내는 기술로, 각 광신호(광파 또는 채널)는 이종의 다양한 서비스(즉, IP, SDH/SONET, GbE, ATM 등) 트래픽을 전달할 수 있으며, 채널 당 전송속도는 2.5 Gb/s, 10Gb/s, 또는 40Gb/s로 동작할 수 있다. WDM 시스템의 적용 영역은 장거리 전송망에서 메트로망으로 확대되었으며, 계속하여 장비의 저가격화와 대용량화 및 초장거리 기술에 대한 개발이 진행되고 있다.

본 고에서는 WDM 광전송을 위해 필요한 핵심 요소기술을 소개하고 WDM 시스템의 개발 동향을 살

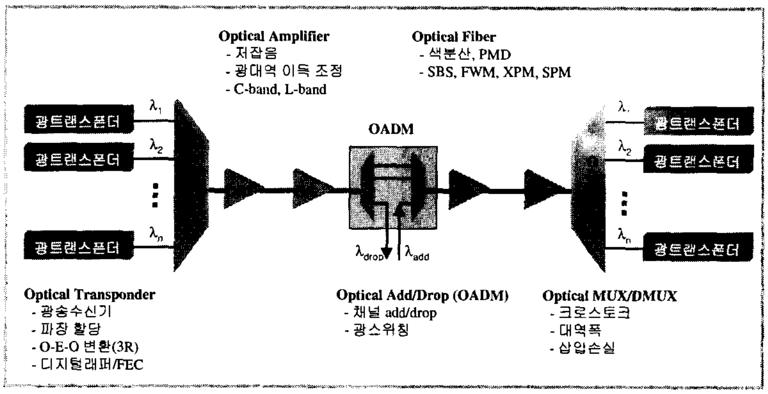


그림 1. WDM 광전송 구조 및 시스템 핵심 기술

피고, 나아가 대용량화를 위한 기술진화 방향, 망적용, 시장 전망 등에 대해 살펴보기로 한다.

Ⅱ. WDM 시스템 핵심 요소 기술

WDM 시스템의 주요 부품으로서는 광의 송신/수신을 행하는 광송신기/광수신기와 OEO 변환을 통해 WDM 파장을 할당하는 광트랜스폰더(Optical Transponder), 다채널의 광파장을 다중/역다중화하는 광 다중화/역다중화기(Optical Mux/DeMux) 및 광신호를 증폭하기 위한 광증폭기(Optical Amplifier)가 있다. 그리고 광 분기/삽입기(OADM ; Optical Add/Drop Multiplexer)와 광 회선분배기(OXC; Optical Cross-Connect) 등이 있다. 그림 1은 WDM 광전송 구조 및 시스템 관련 핵심 기술을 보여 주고 있다.

1. 광 트랜스폰더

WDM 시스템의 종속 신호로서는 SDH (2.5G, 10G, 40G), GbE, ATM 신호 등이 접속될 수 있으며, WDM 시스템에서는 투명하게 신호가 전달되어야 한다. 접속되는 종속신호는 광트랜스폰더에서 O/E 변환하여 전기적 신호 레벨에서 광전달망 표준 신호 프레임인 OTU(Optical Channel Transport Unit) 신호형태로 변환 처리되어 광송신기에서 새로운 WDM 파장으로 할당되어 전달된다. 광트랜스폰더는 1파장에 1대(송신기, 수신기)가 필요하므로 광의 파장수 만큼 필요하게 된다.

WDM 시스템에서 광트랜스폰더는 종속신호 접속, 신호복원, WDM 파장변환, 3R 등의 기능으로 WDM 장치에 광범위하게 적용되어 시스템 전체 비용의 60~70% 정도 차지하여 WDM 시스템의 가격 경쟁력을 결정하는 주 요인이 된다.[1]

가. 광송신기

WDM 시스템에서 광트랜스폰더내 광송신기 출력

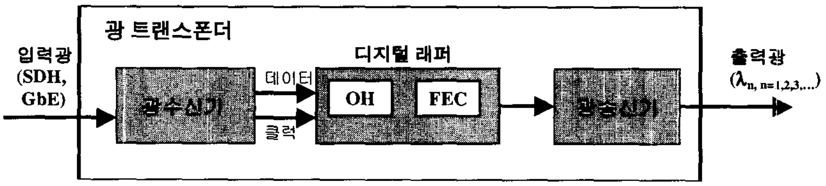


그림 2. WDM 광트랜스폰더의 구성도

광원의 중심주파수(파장)를 안정화하는 방식으로 LD(Laser Diode) 내에 통합된 파장제어 광소자인 WL(Wavelength Locker)로부터 신호를 받아 온도 및 전류를 제어하여 파장을 제어하는 방식을 사용한다. 일반적으로 채널 간격이 100GHz(0.8nm)이하인 경우 정밀한 파장제어, 콜드 스타트(cold start) 및 감시제어 목적으로 WL의 사용이 필수적이다. 최근 광소자 기술의 발전으로 한 개의 광모듈 내에 광원, WL, 외부변조기 등이 내장되어 신뢰성이 높고, 저가격화된 소형 광송신기가 출현하고 있다. 그림 3은 모듈화된 10Gbps 신호전송용 광송신기의 구조를 보여 준다.

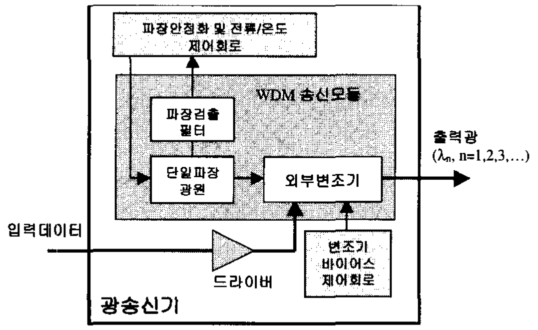


그림 3. 광송신기 구조

WDM용의 신호광원은 DFB(Distributed Feedback) 레이저가 사용되고 있다. 일반적으로 EDFA의 증폭영역인 1530nm~1560nm 대에서 이용되는 경우가 많으므로 한정된 파장대에 많은 광파 신호를 사용하기 위해서는 각각의 신호의 파장 간격을 좁힐 필요가 있다. 파장간격은 100GHz(0.8nm) 간격이나 50GHz(0.4nm) 간격이 사용되고 있다.

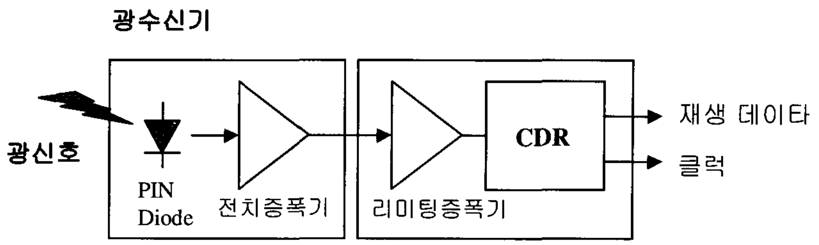


그림 4. 광수신기의 구성도

나. 광수신기

광트랜스폰더용 광수신 기능을 구현하기 위한 구성도는 그림 4와 같다. 수신된 광신호를 전기 신호로 변환하는 광전(O/E) 변환 기능을 위해 수광소자인 PIN 다이오드를 사용하며, 변환된 전기신호를 신호처리에 충분한 크기로 증폭하는 기능을 위해 전치증폭기를 사용한다. 이 둘은 함께 하나의 모듈로 구성하여 저잡음 특성과 넓은 대역폭을 확보할 필요가 있다. 또한 클럭과 데이터를 재생하기 위한 CDR(Clock & Data Recovery)이 있으며, 리미팅증폭기를 사용하여 신호 크기를 충분히 증폭시킴과 동시에 출력 신호의 크기를 일정하게 해 줌으로써 데이터 재생을 용이하게 할 수 있다.

다. 디지털 래퍼

광채널 오버헤드(OCh Overhead) 신호전송 방식에는 주신호에 부 반송파를 싣는 부반송파변조방식(SCM: sub-carrier modulation) 방식과 SDH 신호에 국한되어 SDH 프레임 내의 오버헤드를 이용하여 성능감시를 수행하는 방식이 사용되어 왔으나 최근에 프레임 구조에 상관없이 모든 종류의 신호를 수용할 수 있는 디지털 래퍼(digital wrapper)가 제안되었다. 이는 입력신호의 전송속도를 늘려 오버헤드를 위한 채널을 확보하는 동시에 전송품질 향상을 위한 FEC(Forward Error Correction) 기능을 수용하고 있다. 이렇게 오버헤드 채널과 FEC를 위한 전송대역을 전송속도를 늘려 확보하는 대역외

(out-of-band) 방식이 ITU-T에서 표준화 되었다.[2]

ITU-T G.709에 따르면 광트랜스폰더에 접속되는 신호 종류로는 OTU 프레임에 직접 매핑하는 CBR(Constant Bit Rate: 2.5Gb/s, 10Gb/s, 40Gb/s의 SDH) 신호와 ATM 셀, 그리고 GFP (Generic Framing Procedure)를 통하여 매핑하는 패킷신호(IP, GbE)가 있다. 또한 ODU (Optical Channel Data Unit) 다중화 방식에 의해 2.5Gb/s SDH 신호를 OTU1 (2.5G레벨) 뿐만아니라 OTU2 (10G레벨) 또는 OTU3(40G레벨)로, 10Gb/s SDH 신호를 OTU3로 직접 다중화 할 수 있도록 하였다. 현재 2.5G 및 10G 신호접속용 디지털 래퍼 제품이 칩으로 출시되고 있다.

2. 광 다중/역다중화기

다수의 광 파장을 다중화하고 그 광을 역다중화하는 광 다중/역다중 소자는 크게 AWG(Arrayed Waveguide Grating), coupler/grating, dielectric filter, 그리고 interferometer 형태 등이 있으며, AWG는 저손실과 온도제어, coupler/grating은 소형화, dielectric filter는 채널간격, interferometer 형태는 저누화 등의 개선이 요구된다. 현재의 기술발전 추세로 볼 때 2002년에는 4dB 이하의 손실, 30dB 이하의 누화, 100GHz 이하의 채널간격으로 80채널 이상을 처리할 수 있는 소자의 상용화가 예상된다. 그리고 채널 증가에 따른 요구사항으로 채널간 손실차이와 add/drop 되는 채널들간의 광세기의 불균형을 고려하여야 한다.

3. 다채널 광링크

광 파이버는 고속의 TDM 장비 및 WDM 망에서 제약이 있기 때문에 광파이버의 특성 또한 광전송에 있어서 매우 중요한 부분이다. 광 파이버에 있어 가장 잘 알려진 제약 사항으로는 감쇠, 분산, 스플라이싱(splicing) 손실 등이 있다. EDFA가 등장함에 따라 1550nm 윈도우에 최적화된 SMF/DSF 파이버가 개발되었으며, 10Gb/s 광전송 시스템 및 WDM 시스템이 개발되면서 비영분산 파이버(NZ-DSF)를 도입하여 영분산 파장을 EDFA 작동 이득 대역 외부로 이동시킴으로써 시스템에서의 분산 정도를 제어할 수 있게 되었다. 이로써 4광파 혼합(FWM)현상과 WDM 시스템의 성능을 저해하는 기타 비선형 효과를 줄일 수 있게 되었다.

가. 색분산 보상 기술

색분산 보상 기술은 현재 채널당 10Gb/s의 전송속도와 32nm 정도의 대역폭을 갖는 다채널 광링크에서 색분산 보상용 광섬유(DCF ; Dispersion Compensation Fiber)를 사용하여 색분산과 색분산 기울기를 함께 보상하는 기술이 개발되어 있으나, DCF는 손실이 크고, 채널수가 증가함에 따라 XPM (Cross-Phase Modulation)과 같은 비선형 현상의 발생으로 입력 세기가 제한되며, 따라서 전송거리, 전송속도가 제한된다.

저손실, 소형이며, 취급이 용이한 새로운 색분산 보상 방식이 연구되고 있으며, chirped FBG (Fiber Bragg Grating) 방식, MSSI(Mid-Span Spectral Inversion) 방식 등이 제안되고 있으나, 아직까지 넓은 대역폭에서는 관련소자의 성능 및 신뢰성 측면에서 보완이 요구되는 실정이다. 한편으로, 전송속도가 증가하는 경우 주변 환경의 변화에 따라 광섬유의 색분산 계수의 미세 변화가 전송에 미치는 영향이 증가하므로 색분산의 미세 능동(active) 조절 기술 및 각 채널별로 색분산 보상을 최적화시키는 "channel by channel compensation" 개념의 기술에 대한 연구가 진행되고 있다.

나. 비선형 현상

비선형 현상의 경우, 기존의 다채널 광링크에서는

FWM(Four Wave Mixing)이 가장 큰 제한 요인이 되었으나, 광대역 다채널 광링크의 경우 단일모드 광섬유 및 색분산 보상 광섬유에서 발생하는 SRS(Stimulated Raman Scattering)의 영향과 XPM에 대한 영향이 증가하게 된다. 이러한 비선형 현상을 최소화하기 위한 방법으로 다양한 형태의 채널 변조 방식이 제안되고 있으며, 한편으로는 새로운 특성을 갖는 NZ-DSF(Non-Zero Dispersion Shifted Fiber) 나 LEAF(Large Effective Area Fiber) 와 같은 광섬유가 개발되고 있다.

다. 편광모드 분산

편광모드 분산(PMD : Polarization Mode Dispersion)은 통계적 특성을 가지며, 분석이 쉽지 않다. 현재까지 PMD 보상 기술은 수신단에서 전기적인 등화기를 사용하여 보상하는 전기적인 방법과 편광 다이버시티(diversity) 수신기와 PMD 보상기를 사용하는 광학적인 방법이 제안되고 있다. 전기적인 방법은 PMD뿐만 아니라 펄스의 왜곡도 함께 보상이 가능하지만 보상이 불완전하고, 광학적인 방법은 PMD는 비교적 완전한 보상이 가능하지만 동작 대역이 작아서 다채널 광링크에서의 사용이 부적합하며, 또한 10Gb/s의 전송 속도에서만 검증된 실정이다. 따라서 채널속도가 40Gb/s이상의 초고속 다채널 광링크에서 발생하는 PMD의 분석 및 제어를 위한 기초 연구가 활발히 진행되고 있다.

4. 광증폭기

광파이버에 광신호를 보내면 송신거리에 비례하여 광의 출력이 약해져(감쇠) 결국에는 파이버가 접속되어 있어도 목적지(광수신기)에 까지 광이 이르지 못하게 된다. 장거리 광전송을 행하기 위해서는 광이 목적지에 도착하기 전에 감쇠한 광의 출력을 높혀줄 필요가 있으므로 이때 사용하는 기기가 광증폭기이다. 주로 사용되는 광증폭기는 EDFA(Erbium Doped Fiber Amplifier) 형이나, 광대역 특성을 갖는 광증폭기로서 라만(Raman) 형의 개발이 활발하다.

가. EDFA

장거리 전송에 사용되는 1,550nm대의 광은 에르븀을 첨가한 파이버(EDF) 내를 통과할 때에 그 파이버 내에 980nm 또는 1,480nm의 광이 있으면 출력이 증가하는 특성이 있다. 이 특성을 이용한 광증폭기가 EDFA이며, WDM의 보급에 따라 EDFA의 고출력화가 더욱더 요구되고 있다. 현재 상용화되어 있는 EDFA은 약 32nm(1530nm~1562nm)의 대역폭을 가지며, 다채널 전송에 필요한 평탄이득(1dB이내)을 보이는 파장 대역은 약 12nm(<1dB) 정도이지만, 이득등화 필터를 사용하여 약 32nm 정도까지 확장할 수 있으며, 최근 EDFA에서 1570 nm~1604nm 파장대역의 증폭기술이 개발되어 약

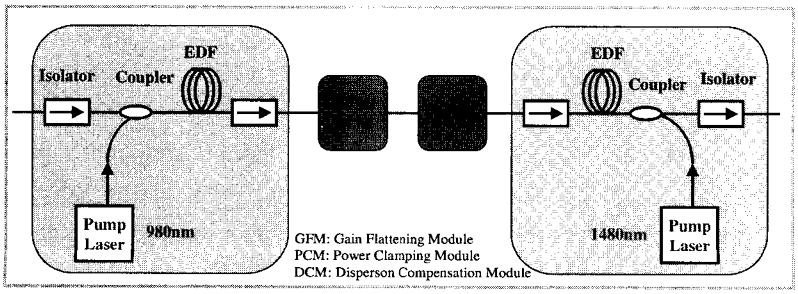


그림 5. WDM 광증폭기의 기본 구성

66nm의 평탄이득 대역 확보가 가능하다.

나. RAMAN

라만 증폭기는 1400nm대의 여기광을 이용해, 광섬유가 가지는 비선형 효과인 라만 산란 효과를 응용해, 1500nm대의 신호광을 증폭하는 광증폭기로 여기 광원의 광파워 및 발진 파장을 조정하는 것으로 자유롭게 이득 파장 특성을 설계할 수가 있다. 라만 증폭기에서는 고출력의 여기 레이저가 필요하며, 최근 고출력의 여기 레이저가 상용화되어 시스템 도입이 가능하게 되었다. 라만 증폭기는 2001년 초부터 장거리 WDM 시스템에 도입되고 있다.

5. OADM/OXC

WDM 시스템은 주로 장거리 전송(Long-Haul) 부분에 도입되어 왔으나, 현재 대도시 국간전송(Metro : Metropolitan) 부분에도 도입되고 있다. 메트로에 WDM을 도입하기 위해서는 임의의 파장을 도중에 분기/삽입하는 OADM 기능이 필요하며, 이를 이용하여 링형 망을 구축할 수 있다. 더욱이 회선분배 기능을 광신호 레벨에서 수행하는 광회선분배기(OXC: Optical Cross-Connect)를 사용하여 시외 기간 전송망을 메쉬망 구조로 구축할 수 있다.

Ⅲ. WDM 시스템 기술 동향

2.5Gb/s 종속신호를 기본으로 한 WDM 시스템은 20Gb/s(8채널), 40Gb/s(16채널) WDM 시스템이 Alcatel, Ciena, Lucent, NEC, Nortel 등에 의해 상용화 완료되었으며, 32채널(80Gb/s급)에서 80채널(200Gb/s급)의 WDM 시스템이 개발되어 시장에 도입되고 있다. 10Gb/s 종속신호를 기본으로 한 WDM 시스템의 경우 16채널(160Gb/s급)~32채널(320Gb/s급) 시스템이 Nortel, Siemens, Fujitsu, Hitachi 등에 의해 최근 상용화 되었으며, Lucent와 Alcatel에서는 40채널(400 Gb/s급) 시스템을 상용화 하였다.

현재 상용 시스템은 32~80채널이 주류를 이루고 있으나, 최근에 개발된 대용량 WDM 시스템은 통상 10Gb/s 신호를 160 파장까지 지원하는 1.6Tb/s 데이터 전송용량을 갖고 있으며, 전송거리는 320~600km에 이르며, 최대 전송거리가 4000~5000 km 까지 이르는 초장거리 제품도 있다.[표1]

또한 일부 WDM 시스템 제조업체는 시외국간(Long-Haul) 용도뿐만 아니라 시내국간(Metro) 용도의 WDM 시스템을 개발하고 있으며, 일부 소용량의 Metro용 WDM 시스템을 상용화 완료한 상태이다.

향후 기간 전송망용 WDM 시스템은 40Gb/s 종속 신호를 기본으로 테라급 용량을 수용할 것으로 예상되며, 이에 필요한 광대역 정밀 분산보상 및 편광분산 보상과 라만 광증폭, FEC 등의 기술이 활발히 연구되고 있다.

한편, 800Gb/s급 이상의 초대용량 광전송 시스템의 경우, 채널당 전송속도를 증가시키는 초고속 전송기술의 연구와, 다중 채널수를 증가시키는 초광대역 전송기술의 연구가 병행되고 있으며, 최근의 국제적인 학회 또는 논문지에 발표된 초대용량 WDM 광전송 기술의 기초 연구 결과는 표 2와 같다. [3][4]

또한 이러한 연구결과에 힘입어 몇몇 선진 기관에서는 2000년도 초반부터 테라급 광전송 장치의 상용화을 발표하고 있으며, 이러한 현상은 1년 사이에 약 5년의 기간이 단축된 것으로서, 최근의 기술발전은 예측이 불가능할 정도의 빠른 속도로 진행되고 있다.

이상과 같은 연구기술 개발동향을 분석할 때 용량대별 시스템 상용화 시기는, 2002년에는 800Gb/s급 ~ 1Tb/s급 시스템의 상용화가, 2003년경에는 수 테라비트급 시스템의 상용화가 가능할 것으로 예측된다.

표 1. 대용량 WDM 광전송 기술 개발 현황

업체명	개발 동향 및 수준		
	최대 용량	망구성/적용	접속신호
Ciena	- 480G (10G x 48ch) - 60G (2.5G x 24ch) - 1.6T(10Gx160ch)	- Long Haul - 2fiber ring, ADM 시내 (Metro)	- 10G,2.5G, GbE, 155M, 622M
Lucent	- 400G (10G x 40ch) - 1.6T(10Gx160ch)	- Linear, 2/4 fiber ring, ADM	- 2.5G, 10G
Ericsson	- 320G	- 1+1 OMSP - 2 fiber ring	- 140M, 565M, 155M, 622M, 2.5G
Nortel	- 800G (10G x 80ch) - 1.12T(10Gx112ch)	- Ring, ADM	- 2.5G, 10G, GbE
Fujitsu	- 320G (10G x 32ch) - 1.6T(10Gx160ch)	- Ring, ADM	- 2.5G, 10G
Alcatel	- 800G (10G x 80ch) - 1.6T(10Gx160ch)	- ADM	- 100M ~ 2.5G, 10G
NEC	- 100G (2.5G x 40ch) - 1.6T (10G x 160ch)	- ADM	- 10G, 2.5G, 622M, 155M

표 2. 테라비트급 광링크 전송실험 현황

연구기관	Tycom	NEC	Alcatel	Fujitsu	KDDI
발표처	OFC2001	OFC2001	ECOC2001	ECOC2001	ECOC2001
채널수	120x20GHz	273x40GHz	125x42.7GHz	240x12GHz	56x21.4GHz
전송용량	2.4Tb/s	10.92Tb/s	5Tb/s	2.4Tb/s	1.12Tb/s
전송거리	6200km	117km	1200km	7400km	9170km
중계거리	49km	59km	100	80km	32.7km
광섬유	LEAF/IDF	PSCF/RDF	TeraLight	-D/+D	SMF/EE-PDF/NDF
색분산보상	No	No	DCF	No	No
채널간격	42GHz	50GHz	75/50GHz	37.5GHz	50GHz
라인코딩	RZ	NRZ	NRZ	RZ	RZ
광증폭기	EDFA(C/43nm)	GS-TDFA(S/31),EDFA(C/36nm,L/40)	EDFA(C/31nm.L/33nm)	Raman+EDFA(C+L/74nm)	EDFA(C/23nm)
기술수준	기초연구	초기개발단계	기초연구	기초연구	기초연구

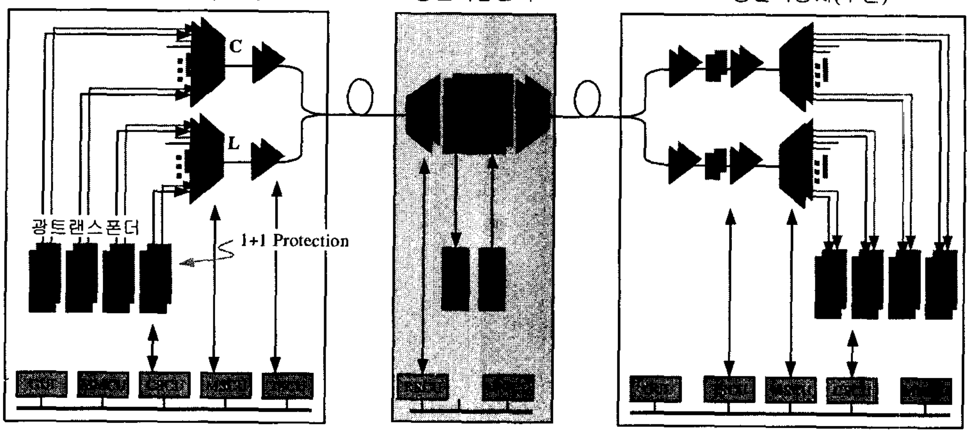


그림 6. 1.6Tb/s WDM 광전송 시스템 구성도

그림 6은 현재 ETRI에서 개발 중인 1.6Tb/s (10Gb/s×160채널)급 WDM 광전송 시스템의 기능 구성도를 보인 것이다.

Ⅳ. WDM 시스템의 향후 전망

1. 기술 진화 방향

WDM 시스템은 데이터 전송량이 급증하는 인터넷 시대에 있어 통신사업자의 차세대 네트워크의 중심 시스템이 될 것이다. 이에 대처하기 위해서는 전송용량을 지속적으로 확장하여야 하는데, 이는 그림 7에서와 같이 채널수를 늘이거나 채널당 전송속도를

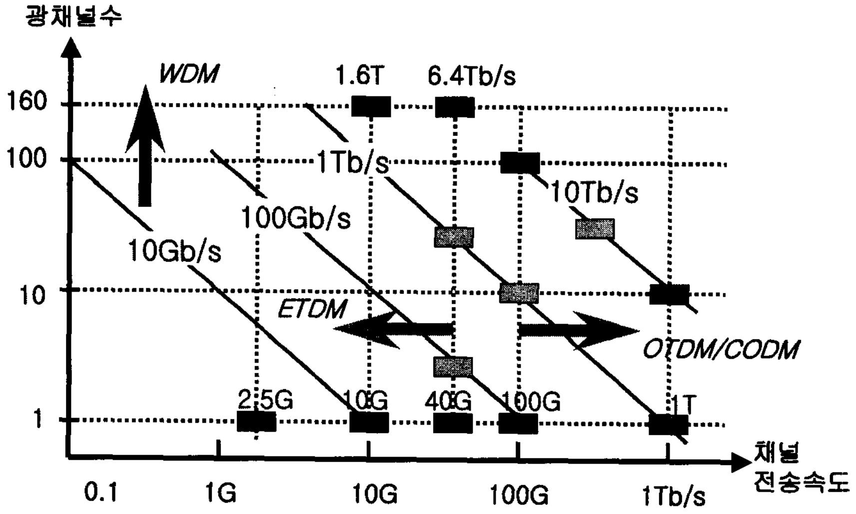


그림 7. 광전송 기술 진화 방향

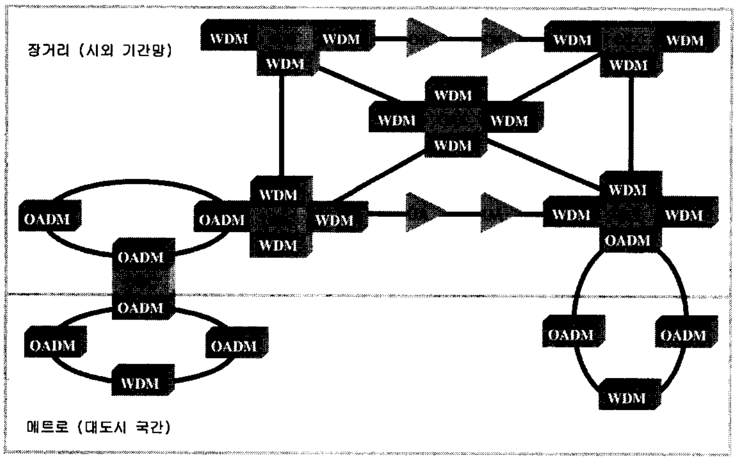


그림 8. WDM 기반 전송망 구조

높이는 방향으로 발전하게 될 것이다. 현재 10Gb/s 신호를 80채널 수용하는 800Gb/s 용량의 시스템이 개발되고 있으나, 1.6Tb/s 용량을 달성하기 위해서는 10Gb/s 신호를 160채널 수용하거나 40Gb/s 전송속도의 신호를 40채널 수용해야 한다.

WDM 시스템은 적용영역에 따라 장거리(시외 기간망) 영역과 메트로망(대도시 국간) 영역에 적용할 수 있다. 향후 기간망의 경우 대도시간에 대용량 WDM 장비와 OXC를 사용하여 메쉬형 전송망을 구성할 수 있으며, 대도시 국간 전송망은 메트로 WDM 장비로 구축할 수 있다. 그림 8은 WDM 기반의 전송망 구조를 보인 것이다.

2. WDM 시스템의 가격

대용량 시스템에 대한 신규 수요에도 불구하고 여전히 16채널 정도의 소용량 시스템에 대한 시장도 꾸준히 증가하고 있다. 그러나 전체 가격으로 보면 수백만 달러의 대용량 장비 시장이 큰 비중을 차지하고 있다. 시스템의 용량은 2000년도 부터 10Gb/s 40채널 이상으로 옮겨갔으며, 2002년 이후 수요의 절반은 80채널(800Gb/s 용량) 이상의 시스템이 차지할 것이다. 결국 용량에서의 급격한 성장으로 장비 가격은 오히려 하락하는 추세이며, 2005년 경에는 2000년 가격의 절반으로 떨어 질것으로 예측된다.

3. WDM 시스템의 시장 전망

2002년도 이후에 1Tb/s급 용량의 국산제품의 상용화가 예상되는 대용량 광전송장비인 WDM 장비 시장은 세계적으로 2001년도에 53억달러에 달하였으며, 2002년도에는 69억 규모의 시장을 형성할 것

표 3. WDM 시스템 가격

단위: $1,000/포트

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	CAGR
메트로	18.7	16.3	14.2	12.3	10.7	9.3	8.1	-13.0%
장거리	22.5	19.6	17.0	14.8	13.1	11.4	9.9	-12.8%

(출처) Probe Research Inc., 2001

표 4. WDM 시스템의 세계 시장

단위: $10억

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	CAGR
메트로	0.3	0.6	1.1	1.9	3.0	4.4	6.0	68.7%
장거리	3.6	4.7	5.8	7.0	8.7	10.4	12.4	23.0%
전 체	3.9	5.3	6.9	8.9	11.7	14.8	18.4	29.6%

(출처) The Insight Research Co. 2001.6.

으로 전망된다. 또한 오는 2004년에는 117억달러 규모의 시장으로 성장, 연평균 29% 이상의 고속성장이 예상된다. 메트로 WDM 시장은 꾸준히 성장하여 2005년까지 전체 WDM 시장의 30%에 달할 것으로 예상된다.[5][6] 국내 WDM 장비 시장은 2001년도에 800~900억원 규모이나, 최근 통신사업자와 대기업들이 통신망 고도화사업의 일환으로 대용량 광전송 장비 도입에 적극 나서고 있어 2002년에는 시장규모가 1200억원 규모로 성장하는 한편 2004년에는 1600억원 이상의 시장이 형성될 것으로 전망하고 있다.

V. 결 론

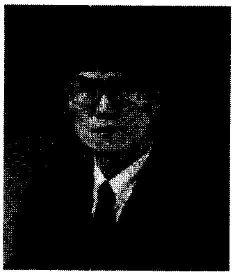
WDM 광전송 시스템 관련 핵심 요소기술과 시스템 기술 개발 동향 및 향후 전망에 대해 살펴보았다.

WDM 광전송 기술의 대용량화 수준은 수백 Gb/s에 달했으며 이미 800Gb/s급 시스템의 상용화가 진행되고 있다. 나아가 수 테라비트에서 수십 테라비트급에 달하는 초 대용량 광전송 기술을 실현하기 위해서는 아직 많은 한계기술의 극복이 필요하며, 지속적인 연구개발을 위해서 정부와 관련 산업계의 적극적인 투자가 요구된다.

WDM 광전송 시스템 기술 개발을 통해 현재 급증 추세에 있는 인터넷 등 멀티미디어 서비스, 대용량 정보통신 서비스를 제공할 수 있는 환경을 구축하게 되어, 국내의 관련 산업발전에 대한 획기적인 전기를 마련하게 할 수 있을 것으로 기대된다.

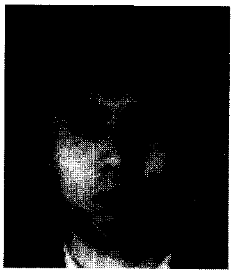
참고문헌

[1] 고제수, "WDM 광트랜스폰더 기술", 소식 전자통신연구원, 2001년 3월호.
[2] ITU-T Rec. G.709, "Interfaces for the Optical Transport Network(OTN)", Feb., 2001.
[3] Bigo S. and 14 others, "Transmission of 125 WDM channels at 42.5Gbit/s (5 Tbit/s capacity) over 12x100km of TeraLight TM fibre", ECOC'01, Oct., 2001.
[4] NEC, Japan, "10.92-Tbit/s (273x40-Gbit/s) triple-band/ultra-dense WDM optical-repeatered transmission experiment", OFC2001, Mar., 2001.
[5] A CISS Bulletin, "Optical and Core Infrastructure Markets", Probe Research Inc., OCIM 2001, Vol. 1 , Nos. 6 & 7 , Aug., 2001.
[6] The Insight Research Corporation, "DWDM, SONET, and Photonics: The Emerging All-Optical Network 2001-2006", May 2001.



고 제 수

1981년 울산대학교 전기공학과(공학사), 1983년 고려대학교 대학원 전자공학과(공학석사), 1983년 3월~현재 한국전자통신연구원 네트워크연구소 광송수신기술팀장 책임연구원 〈관심분야〉 광인터넷, WDM/SDH 광전송, 광송수신기술, 초고속신호처리 기술



이 현 재

1983년 서강대학교 물리학과(이학사), 1985년 서강대학교 대학원 물리학과(이학석사), 1990년 서강대학교 대학원 물리학과(이학박사), 1992년 6월~현재 한국전자통신연구원 네트워크연구소 WDM시스템팀 책임연구원 〈관심분야〉 WDM 시스템, 광다중역다중기술, 광송수신기술, 광증폭 기술

이 종 현

1981년 성균관대학교 전자공학과(공학사), 1983년 성균관대학교 대학원 전자공학과(공학사), 1992년 성균관대학교 대학원 전자공학과(공학박사), 1992년~1994년 2월 정보통신연구관리단 파견 관리역, 1983년 3월~현재 한국전자통신연구원 네트워크연구소 광통신연구부장 책임연구원 〈관심분야〉 광인터넷, WDM/OXC 시스템