

공유광원 및 원격변조방법을 이용한 광가입자 전송링크에 관한 실험적 고찰

正會員 이 용 기*, 강 용 훈**, 채 창 준*

Experimental Study on the Optical Subscriber Loop Transmission Link Utilizing Shared Light Sources and Remote Modulation Method

Yong Gi Lee*, Yong Hoon Kang**, Chang Jun Chae* *Regular Members*

요 약

초고속 광가입자망을 효율적으로 구축하기 위한 많은 연구가 이루어져 오고 있는 가운데, 본고에서는 이를 위한 한 방안으로 공유광원 및 원격변조방법을 이용한 광가입자망 전송시스템을 제안하고 기술적, 경제적 타당성을 고찰한다. 제안된 시스템에서는 상하향 전송링크에 외부변조방식을 채택하고 전송에 필요한 모든 캐리어 광원은 전화국에서 공급된다. 또한 캐리어 광원은 각각의 링크별로 두지 않고 소수의 광원을 다수의 링크가 공유하는 구조로 되어 있다. 본 시스템에 대한 실험적 시뮬레이션 결과, 하나의 공유광원으로 하향전송(2.5 Gb/s)시에는 약 2,000 가입자링크의 수용이 가능하고 상향전송(155 Mb/s)시에는 약 500 가입자링크를 수용할 수 있음을 알았다.

ABSTRACT

A lot of efforts have been made to develop low-cost and reliable broadband optical subscriber loop systems. Here we propose a new loop system with shared light sources and remote modulation method. This system uses an external modulation method for both directions and all the light sources are maintained inside a central office. Moreover, the light source is not dedicated to each subscriber link but shared among many subscriber links. We experimentally demonstrated that one shared light source could accommodate about 2,000 downstream links(2.5 Gb/s per link), or 500 upstream links(155 Mb/s per link).

*한국통신 전송기술연구소 전광통신연구실
Optical Communications Research Department Korea Telecom
Transmission Technology Laboratories

**서울대학교 전기공학부
Department of Electrical Engineering Seoul National University
論文番號: 97047-0204
接受日字: 1997年 2月 4日

I. 서 론

가입자 서비스의 다양화, 광대역화에 따라 가입자 선로의 광케이블화가 전세계적으로 꾸준히 추진되고 있다. 현재 국내에서는 경제적인 이유 때문에 대용량가입자에 한하여 FTTO(Fiber To The Office)를 확대해 나가고 있는 실정이지만, FTTC(Fiber To The Curb)도 조만간 추진할 계획이며, 장차는 필연적으로 FTTH(Fiber To The Home)에로 발전 할 것이다.

현재 가입자선로의 광케이블화에 있어서 가장 크게 문제가 되는 것은 투자비용의 증가와 신뢰성에 대한 불안감이다. 따라서 고속 광가입자망을 성공적으로 구축하기 위해서는 투입될 시스템은 경제적이고 운용유지보수의 효율성이 높아야 하며 다양하고 급변하는 추세에 있는 서비스요구를 유연히 수용할 수 있도록 진화성이 좋아야 한다. 이와 같은 시스템 요구조건에 대비하여 광전송링크 기술과 광원 및 광소자 기술 분야를 개괄해 보면 다음과 같다.

통상 광전송링크 기술로는 크게 직접변조방식과 외부변조방식으로 나눌 수 있다. 현재 일부 도입되고 있는 광가입자 시스템에서는 구성이 간단하고 별도의 변조기를 필요로 하지 않는다는 점에서 그만큼 경제적인 직접변조방식을 주로 채택하고 있다. 그러나 외부변조방식이 광원의 동특성에 대한 의존성이 적고 고속전송에 유리하며, 전송속도의 변경이 용이한 점을 감안한다면, 향후 광가입자 전송링크기술로 외부변조방식의 채택은 설득력을 가진다⁽¹⁾.

광원 및 광소자에 대해서는 먼저 레이저를 비롯한 광원소자들의 가격이 싸진 것은 사실이나 전체시스템에 대한 광원제통이 차지하는 비용은 아직도 크며, 더우기 가입자전송이 고속화되면 광원의 고안정성이 요구되기 때문에 이 비용은 더욱 커지게 될 것이다. 한편 광소자의 분야를 살펴보면, 최근 들어 전세계적으로 연구가 확대되고 있는 폴리머(Polymer)는 Lithium Niobate나 반도체에 비해 재료값이 훨씬 싸질수 있고 제작공정이 간단할 뿐만 아니라 전광효과가 높은 것으로 알려져 있다⁽²⁾. 따라서 DC(Directional Coupler), WDM, PIM(Polarization Insensitive Modulator) 같은 소자의 제작이 용이하고, 굴절율도 광섬유와 비슷하여 접속손실도 최소화시킬 수 있다. 또한 재질에 따라서는 저전압에 의한 구동이 가능하여 고속변조

가 쉽고 기술발전의 추세로 볼때 대단위 집적화도 가능할 것으로 예상된다. 그리고 또 하나의 주의를 기울일만한 가치가 있는 분야는 Si기판을 이용한 평면광도파로 회로(PLC: Planar Lightwave Circuit) 기술로써 기존의 반도체 제작기술을 쉽게 응용할 수 있어서 광소자의 대량 생산성이 기대되고 있다⁽³⁾.

본 고에서는 이와 같은 상황을 고려하고 새로운 기술의 사용을 전제로 하여 광가입자 전송을 경제적이고 신뢰성 있게 구현하기 위한 한 가지 방법으로 공유광원 및 원격변조 방식에 의한 새로운 광가입자 접속구조에 대하여 검토하였다. 그림 1은 공유광원 및 원격변조방식을 채택한 광가입자 시스템구조를 나타내고 있다. 본 구조의 특징은 먼저 전송링크기술로는 외부변조방식을 채택하고, 전송에 필요한 모든 캐리어 광원은 전화국에서 공급하도록 되어 있다. 그리고 캐리어 광원은 각 링크별로 두지 않고 소수의 광원으로부터 나오는 광출력을 분배시켜 링크별로 공급하도록 한다. 즉 전화국에서 광원을 집중관리하여 안정성과 유지보수의 효율성을 높이고, 나아가 하나의 광원을 많은 가입자가 공유토록 함으로써 시스템의 저가화를 꾀한다.

본 고의 구성은 우선 공유광원의 구성에 대해 논한 뒤, 제안한 방식을 이용한 광가입자 전송계에 대한 실험적 시뮬레이션을 통한 기술성 분석, 전송계 구성에 필요한 장치비용의 상대적 비교를 통한 경제성 고찰, 그리고 향후 과제순으로 설명한다.

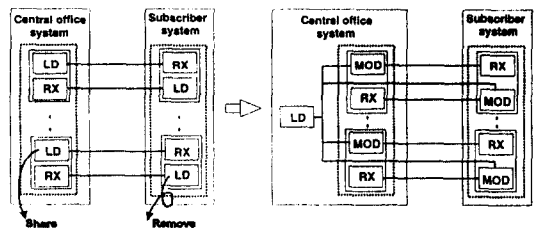


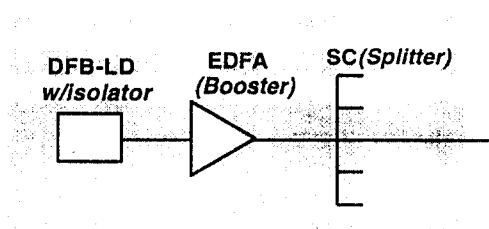
그림 1. 공유광원 및 원격변조방식을 채택한 광가입자 시스템 구조

II. 공유광원의 구조

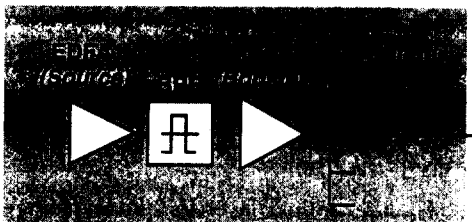
공유광원의 구조를 그림 2에 보인다. 먼저 그림 2의 a) 공유 레이저 광원(Shared laser light source)은 소스

레이저로부터의 광신호를 부스터용 EDFA(Erbium-Doped Fiber Amplifier)로 증폭시키고 SC(Star Coupler)로 광전력을 적절히 분배한 후 캐리어 신호로 이용한다. 그림 2의 b) 공유 EDFA 광원(Shared EDFA light source)은 소스광원으로 EDFA의 ASE(Amplified Spontaneous Emission)를 대역통과 필터로 자른 후 부스터용 EDFA로 증폭시키고 그 출력을 SC로 분배하여 캐리어 신호로 이용한다.

공유 레이저 광원은 레이저를 소스로 이용하기 때문에 고속, 장거리 링크 전송에 유리하지만, 변조기와 같은 링크상의 소요장치가 편광성을 가질 경우 요구되는 편광을 유지시켜 주어야 할 필요성이 있다. 반면에 공유 EDFA 광원은 EDFA의 ASE가 가지는 무편광성을 이용하기 때문에 소요장치에 필요한 편광성분을 간단히 추출해 사용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 공유 EDFA 광원에 있어서 광원의 선폭은 대역통과 필터의 대역폭에 해당되고, 필터 대역폭은 전송로상의 분산특성의 관점에서는 좁을수록 유리하지만 수신기에서의 신호 대 잡음비는 넓을수록 개선되므로 무한히 작게 할 수는 없다⁴⁾. 따라서 공유 EDFA 광원의 선폭은 레이저광원보다 훨씬 넓게되어 고속, 장거리보다는 저속, 단거리 전송에 유리할 것이다.



a) 공유레이저 광원



b) 공유EDFA 광원

그림 2 공유광원의 구조

Ⅲ. 광가입자 전송특성 실험 및 경제성 고찰

가입자망 전송링크를 하향, 상향, 상하향으로 구분하고 각 경우에 대해 공유광원방식을 적용했을 때의 기술적, 경제적 타당성을 고찰한다. 먼저 공유방식을 이용한 전송링크의 테스트 베드를 구성하고 전송특성을 실험적 시뮬레이션을 통하여 분석한다. 그리고 실험적 고찰로부터 얻은 결과를 토대로 본 방식을 이용한 전송링크와 기존의 직접변조방식 및 외부변조방식의 전송링크에 각각 소요되는 시스템 가격을 비교한다.

1. 하향전송링크

(1) 전송실험계의 구성

하향전송링크의 실험계 구성은 그림 3과 같다. a), b)는 각각 기존의 직접변조 및 외부변조방식을 나타내고 c)는 공유광원방식을 이용한 구성이다. 모든 방식에 있어서 송신단의 변조신호는 Pattern Generator(Anritsu사:MPI763B, PRBS:2²³-1)로 공급하고 수신단에서는 광신호를 수신기로 수신한 후 BER측정기(Anritsu사:MPI764A)에 입력시켜 전송오류율 측정되도록 하였다. 송신단과 수신단의 전송거리는, 현재 국내의 가입자와 전화국간 거리가 대략 2-3 km 이내인 점과 향후 광역화 할 경우를 고려하여 약 15 km로 하였다. 또한 전송속도는, 단기적으로는 FTTO(Fiber To The Office)에의 적용과 장기적으로는 CATV/HDTV와 같은 방송서비스를 고려하여 2.5 Gb/s로 하였다. 구체적인 실험장치의 특성 및 설치치 내역은 표1과 같다.

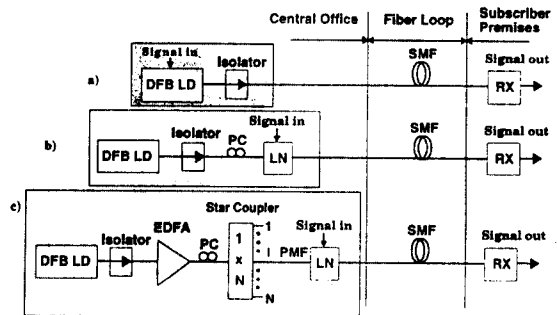


그림 3. 하향전송링크의 실험계 구성도

표 1. 실험장치의 특성 및 설정치 내역

장치명	특성 및 설정치 내역
LD	중심파장:1548nm, 출력:0dBm
EDFA	펌핑전류:500mA, 이득:18dB
Modulator	Lithium Niobate계 마하젠더형(TM파만 변조, TE파 차단)
SMF	표준광섬유 15km
Receiver	감도:-36 dBm @BER10 ⁻⁹ , 수신속도:2.5Gb/s

(2) 전송실험 및 결과분석

실험내역은 다음과 같다. 송신단에서 변조된 광신호를 SMF(15 km)를 통해 전송한 후 수신단에 설치한 감쇠기를 조정하면서 파워미터로 수신파위를 측정하고, 그때의 전송오율을 측정한다. 그림 4는 이 결과를 나타낸 것이다. 여기서 각 측정값은 각각의 구성에 대하여 동일실험을 3회 반복 측정한 뒤 구한 평균값으로 하였다. 먼저 이 그림에 의하면 직접변조방식에 비하여 외부변조방식이 훨씬 양호함을 알 수 있다. 즉 BER이 10⁻⁹ 정도의 전송특성을 고려하면 수신전력에 있어서 7 dB의 전력벌칙(Power Penalty)이 발생하고, 이 값은 BER이 감소함에 따라 증가함을 알 수 있다. 그리고 외부변조방식에 있어서 캐리어 광신호로 공유 광원을 이용한 경우에 EDFA의 사용에 기인하는 전력벌칙은 거의 무시할 정도이다. 그림 5는 송신단의 캐리어 광신호를 광학스펙트럼 분석기로 측정된 결과이다. EDFA를 사용한 경우(그림 5 (b))는 ASE가 존재하지만 EDFA를 사용하지 않은 경우(그림 5 (a))와 비교하여 광학적 신호 대 잡음비가 크게 문제가 되지 않음을 알 수 있다. 이 결과는 본 전송실험 조건

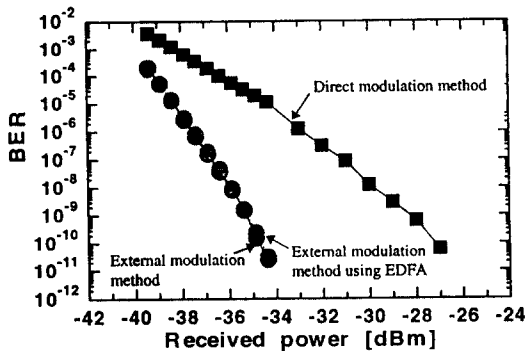
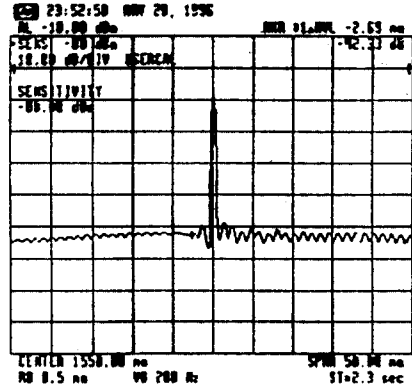
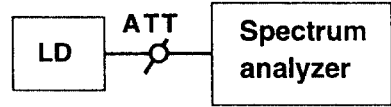
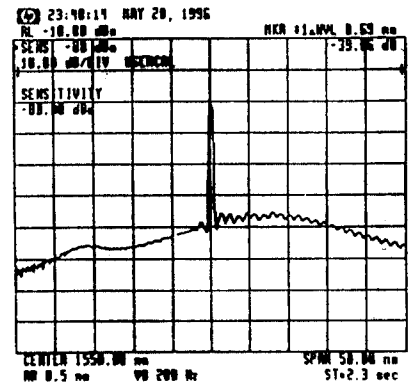
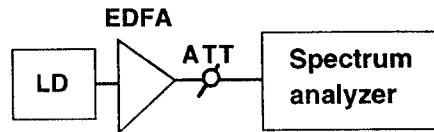


그림 4. 수신전력에 대한 전송오율의 변화



a) EDFA가 없을 때



b) EDFA가 있을 때

그림 5. 광원의 스펙트럼 측정결과

에 있어서 EDFA의 사용에 따른 ASE 노이즈가 전송 특성에 미치는 영향은 무시할 정도로 충분히 작음을 잘 설명해 주고 있다.

이상의 실험 결과로부터 약 10⁻¹¹ 정도의 전송오율을 갖는 외부변조방식을 이용한 전송계를 구성한다고 가정할 때, 수신단 파워는 약 -34 dBm 이상이면 된다. 이 값을 기준으로 하여 광원의 출력단과 편광

제어기(PC:Polarization Controller) 전단 사이의 전력감쇠 허용치를 산출해 보면, 기존의 외부변조방식을 이용한 경우는 21 dB이고, 공유광원방식을 이용한 경우는 39 dB가 된다. 위 허용치의 산출에 고려한 값들은 전송로 손실치(3 dB:0.2 dB/km) 및 이용한 변조기의 삽입손실치(10 dB)와 레이저의 출력치(0 dBm) 및 EDFA의 출력치(18 dBm)이다. 또한 위 전력감쇠 허용치는 가입자 구간임을 감안하여 시스템 마진을 크게 잡아 6 dB로 하더라도 각각 15 dB, 33 dB가 된다. 이 값을 적절히 조합한 전력분배기(1×8, 1×4, 1×2)로 분배시키면, EDFA를 사용하지 않은 공유광원일 경우에는 약 30 가입자에게 캐리어 광을 공급할 수 있고 EDFA를 사용한 경우에는 약 2,000 가입자에게 캐리어 광을 공급할 수 있다.

(3) 시스템의 경제성 분석

가입자에게 하향전송링크시스템의 구축시 공유광원방식을 채택함에 따른 경제적 측면을 다음과 같이 분석하였다. 먼저 시스템 구성에 따른 상대적 비교모델은 그림 6과 같이 4가지로 설정했다. 모델 I은 직접변조방식, 모델 II는 광원을 공유하지 않는 외부변조방식, 모델 III는 광원을 공유하는 외부변조방식(EDFA를 사용하지 않음), 모델 IV는 광원을 공유하는 외부변조방식(EDFA를 사용함)을 나타내고 있다. 그리고 상기의 각 모델을 비교하는데 필요한 소요부품 장치 값은 표 2에 정리하였다. 이 값들은 초기 상용화 제품을 당 연구소에서 소량 구매한 경우에 해당되므로 현실성이 결여되어 있지만, 비용의 상대성을 파악하기에는 충분하다고 볼 수 있다. 분석에 있어서 현재는 리튬계 변조기가 널리 쓰이고 있으나, 최근 강도있게 연구되고 있는 저가격 폴리머계 변조기의 출현을 염두에 두고 그 예상가격(리튬계의 1/10정도)을 이용한

경제성도 함께 검토하였다.

모델 I과 모델 II의 경우는 표2의 값을 이용하여 링크당의 송신단비용을 계산하였다. 마지막 두 경우는 송신단 비용의 총액을 앞의 전송실험 결과로부터 얻은 허용분기비로 나누어 링크당 비용으로 하였다. 링크당 비용 계산시 전력분배는 Star Coupler(1×8, 1×4, 1×2)를 이용하는 것으로 상정하고, 전력을 분배할 경우 약간의 차이는 있으나, 모델 III의 경우는 5개 정도, 모델 IV의 경우는 293개 정도의 Star Coupler가 소요되는 것으로 추정하였다. 링크당 상대비용의 계산결과를 표 3에 보인다. 광원공유방식은 기존의 방식보다 링크당 상대비용이 적음을 알 수 있다. 또한 광원공유방식에 있어서 EDFA를 사용하면 그렇지 않은 경우에 비하여 공유도가 커지므로 경제성이 크고, EDFA의 최대출력값이 크면 클수록 절감의 효과가 커짐을 알 수 있다.

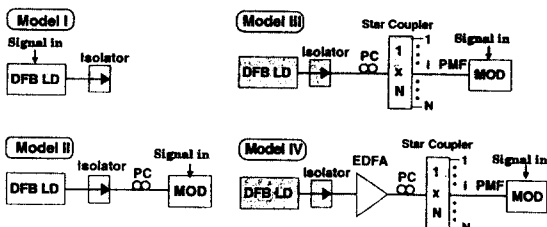


그림 6. 경제성 평가를 위해 설정한 전송링크의 모델

표 2. 소요장치의 상대적 단가

소요 장치명	상대적 단가	비 고
2.5Gb/s 송신기	6.29* 39.29**	* LD 모듈자체 가격 ** LD 제어회로 포함가격
아이솔레이터	2.37	
PC(편광제어기)	2.08	
변조기	17.26* 1.73**	* 리튬계 변조기 ** 폴리머계 변조기
Star Coupler	0.59	
EDFA	48.47	

표 3. 모델별 링크당 상대비용의 비교

모델	분기 수	리튬계 변조기 이용		폴리머계 변조기 이용	
		LD 모듈	제어회로 포함	LD 모듈	제어회로 포함
I	1	8.66	41.66	8.66	41.66
II	1	28.01	61.01	12.47	45.47
III	30	17.90	18.83	2.17	3.29
IV	2000	17.35	17.37	1.82	1.84

2. 상향전송링크

(1) 전송실험계의 구성

공유광원방식을 이용한 상향전송링크의 실험계 구

성은 그림 7과 같다. 본 방식은 기본적으로 시스템에 사용되는 모든 광원을 전화국에서 공급하는 구조로 되어 있으며, 가입자장치의 변조방식은 변조기를 이용한 외부변조방식을 채택하고 있다. 따라서 시스템의 광원이 편광성을 가지는 경우, 가입자 장치내 변조기는 편광 무의존형이어야 되고 만약 편광 의존형일 때에는 요구되는 편광을 정합시켜주는 장치가 필요하게 된다. 한편 시스템의 광원이 무편광성인 경우에는 가입자측에 편광의존형의 변조기도 특별한 부가장치 없이 이용될 수 있다. 현재 상용화되어 있는 고속변조기는 주로 Lithium Niobate계 마하젠더형으로 편광의존성을 가진다. 본 실험에서는 하향전송때와 동일하게 상용화된 변조기를 이용하는 것을 고려하여, 캐리어 광신호로 무편광성의 성질을 가지는 공유 EDFA 광원을 이용한다. 전송특성 실험은 하향전송때와 같이 전송오율을 측정하였다. 실험시 전송속도는, 단기적으로는 FTTO나 FTTC(Fiber To The Curb)에, 장기적으로는 FTTH에의 적용을 감안하여 155 Mb/s로 하였다. 실험에 사용된 장치의 특성 및 설정치 내역은 표 4와 같다.

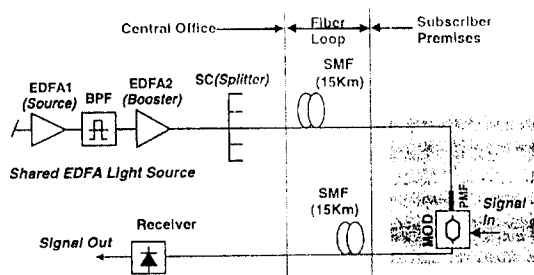


그림 7. 상향전송링크의 실험계 구성도

표 4. 실험장치의 특성 및 설정치 내역

장치명	특성 및 설정치 내역
EDFA (Source)	펌핑전류: 500 mA
Band-pass filter	중심파장: 1530 nm, 대역폭: 0.3 nm, 0.5 nm, 1.0 nm
EDFA (Booster)	펌핑전류: 출력이 14 dBm이 되도록 조정
Modulator	Lithium Niobate계 마하젠더형(TM파만 변조, TE파 차단)
SMF	표준광섬유 15 km + 15 km
Receiver	감도: -39 dBm @ BER 10^{-10} , 수신속도: 155Mb/s

(2) 전송실험 및 결과분석

전송실험 내용은 다음과 같다. 먼저 공유 EDFA 광원으로부터 나오는 광신호를 SMF(15 km)에 통과시킨 후 변조기에 입력시키고, 변조된 광신호를 다른 SMF(15 km)를 통해 전송한 후 수신기 앞에 설치한 감쇠기를 조정하면서 수신파워 및 전송오율을 측정하였다. 실험에 이용한 광원은 선폭이 0.3 nm(대역폭 0.5 nm 필터를 직렬로 연결), 0.5 nm, 1.0 nm인 3가지 타입이다. 여기서 광원의 선폭은 대역통과 필터의 대역폭을 의미하며, 이는 광원의 선폭이 전송오율에 미치는 영향을 알아보기 위함이었다.

그림 8은 수신파워에 대한 전송오율의 측정결과이다. 필터의 대역폭 즉 광원의 선폭이 커질수록 전송특성이 양호함을 알 수 있다. 예로서 BER이 10^{-9} 정도의 전송특성을 보면 선폭이 0.3 nm의 경우가 1.0 nm의 경우에 비해 약 0.4 dB정도의 전력별칙을 가진다. 이로부터 본 실험조건에서는 분산특성보다 신호 대 잡음비가 전송특성에 미치는 영향이 큰 것으로 보여진다.

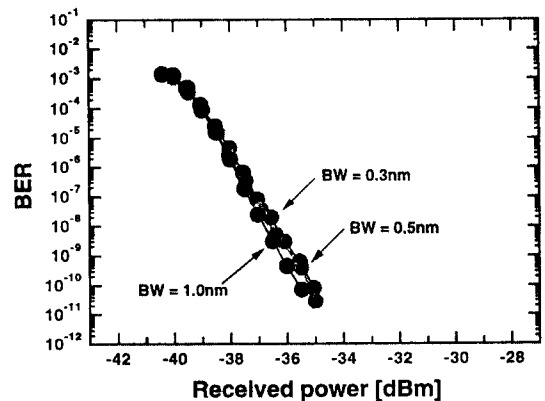


그림 8. 수신전력에 대한 전송오율의 변화

이상의 결과를 토대로 하여 전송오율이 10^{-10} 정도의 전송계를 구축한다고 가정하면, 수신전력이 -35 dBm 이상이면 충분하다. 따라서 공유 EDFA 광원의 출력이 약 14 dBm이므로 광원과 분배기 사이의 전력감쇠 허용치는 33 dB가 된다. 본 시스템구조를 가입자계에 적용하는 것을 전제로 시스템 마진을 6 dB로 하면, 전력감쇠 허용치는 27 dB가 된다. 이 허용전력

을 적절히 조합한 전력분배기(1×8, 1×4, 1×2)로 분배시키면 하나의 공유 EDFA 광원으로 약 500 가입자를 수용할 수 있다.

(3) 시스템의 경제성 분석

가입자에게 상향전송링크 구축시 공유광원방식의 채택에 따른 경제성을 그림 9와 같이 설정한 모델을 이용하여 분석하였다. 모델 I은 직접변조방식, 모델 II는 공유 EDFA 광원을 사용한 외부변조방식이다. 표 5는 각 모델을 비교하는데 필요한 소요부품 장치값을 나타내고 있다. 각 장치값들은 앞의 하향전송링크의 경제성 분석시와 마찬가지로 당 연구소에서 소량 구매한 값을 기준으로 하였다.

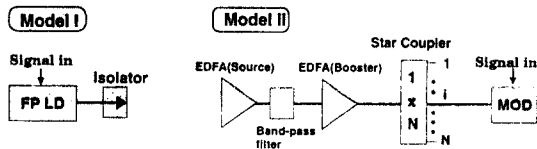


그림 9. 경제성 평가를 위해 설정한 전송링크의 모델

표 5. 소요장치의 상대적 단가

소요 장치명	상대적 단가	비 고
155Mb/s 송신기	2.00	LD 제어회로 포함가격
아이솔레이터	2.37	
변조기	5.75* 0.58**	* 리튬계 변조기 ** 폴리머계 변조기
Star Coupler	0.59	
EDFA(Source-용)	37.00	
Band-pass filter	5.20	
EDFA(Booster-용)	48.47	

모델 I은 표 5의 값을 이용하여 링크당 비용을 계산하였다. 모델 II는 링크구성에 소요되는 비용의 총액을 허용분기비로 나누어 링크당 비용으로 하였다. 링크당 비용계산시 전력분배는 Star Coupler를 이용하는 것으로 가정하고 약 73 개 정도가 소요되는 것으로 추정했다. 링크당 상대비용의 계산결과를 표 6에 보인다. 공유광원방식에서 리튬계 변조기(2.5 Gb/s급의 1/3가격)를 사용할 경우는 기존의 직접변조방식보

다 링크당 상대비용이 커짐을 알 수 있다. 그러나 하향링크 비용 산출시와 같이 폴리머계 변조기(2.5 Gb/s급의 1/3가격)를 이용할 경우는 직접변조방식에 비해 저가로 시스템을 구성할 수가 있다. 즉 공유광원방식을 이용하는 시스템에서 어느 정도의 허용분기비를 얻게 되면, 링크당 비용은 링크당 개별적으로 필요로 하는 변조기 가격에 따라 결정됨을 알 수 있다.

표 6. 모델별 링크당 상대비용의 비교

모델	분기 수	리튬계 변조기 이용	폴리머계 변조기 이용
I	1	4.37	4.37
II	500	6.02	0.85

3. 상하향 전송링크

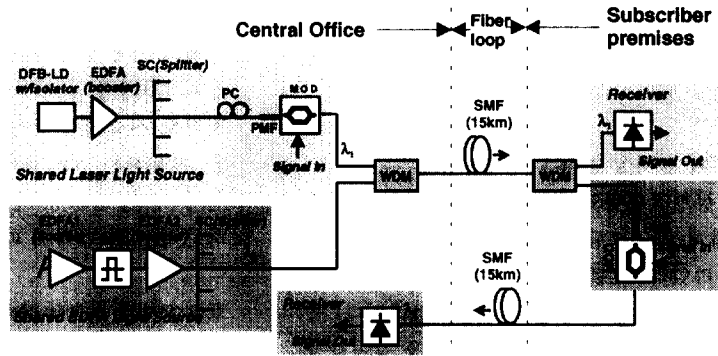
(1) 전송실험 구성도

상하향전송을 동시에 구현하는 통합전송 실험계의 구성도를 그림 10에 보인다. 그림의 a)는 상향과 하향 전송로를 별도로 구성한 경우이며, b)는 상향 및 하향 전송을 동일 전송로로 이용한 경우이다. 각 구성에서 송신단과 수신단의 상향 및 하향신호를 합파/분파하기 위해 WDM(Wavelength Division Multiplexer)장치를 고려중이나 본 실험에서는 그림의 a)와 같은 2-fiber 구성에서는 송신단에 2:1 Splitter를, 수신단에 2:1 Splitter 및 가변 대역통과 필터를 이용하였고, b)와 같은 1-fiber 구성에서는 송신단에 4:1 Splitter를, 수신단에 4:1 Splitter 및 가변 대역통과 필터를 이용하였다.

(2) 실험 및 결과분석

실험은 먼저 상향 혹은 하향의 단독 전송시 전송오율을 측정 한 후, 상대방 전송캐리어를 동시에 보낼 때 상향 혹은 하향링크의 전송오율을 측정하였다. 송신단과 수신단 사이의 거리를 15 km로 하고 하향 및 상향전송 속도를 각각 2.5 Gb/s 및 155 Mb/s로 했을 경우, 2-fiber구성방식의 상향 및 하향전송과 1-fiber방식의 하향전송때 수신전력에 대한 전송오율의 측정결과를 그림 11에 보인다. 1-fiber방식의 상향전송은 시스템의 구성에 있어서 삽입손실이 커진 관계로 측정이 불가능하였다. 결과로부터 상향 및 하향전송을 동시에 구현하는 통합전송링크(1-fiber 구성 또는 2-fiber 구성)의 전송능력은 개별전송때의 전송능력과 거의

a) 2-fiber 방식



b) 1-fiber 방식

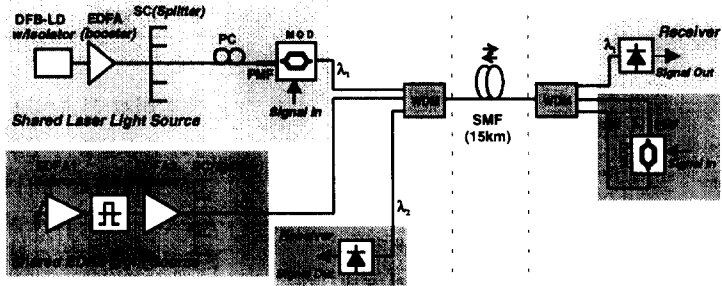
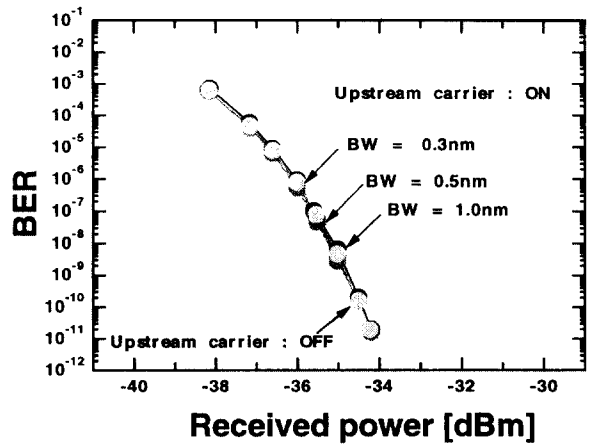
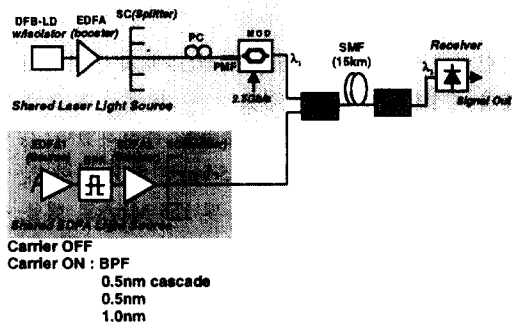
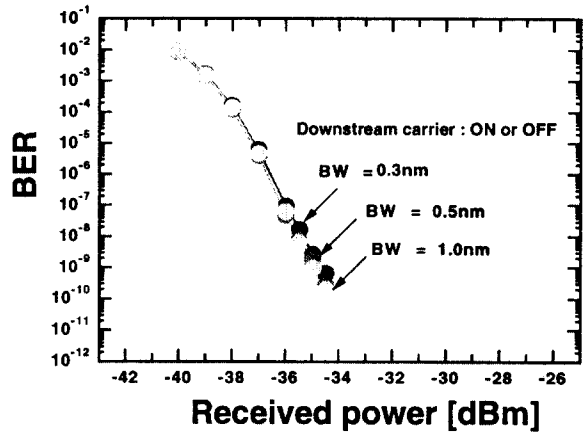
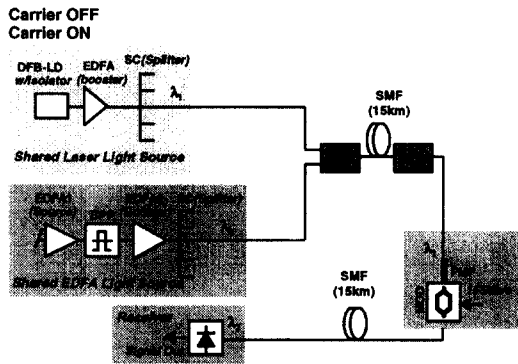


그림 10. 통합전송링크의 실험계 구성도



a) 하향전송의 경우(2.5Gb/s)



b) 상향전송의 경우(155Mb/s)

그림 11. 수신전력에 대한 전송오율의 변화

동일한 성능을 가짐을 알 수 있었다. 그러나 앞서 설명한바와 같이 통합시스템으로 구성할 때에는 상향 및 하향의 전송로를 묶어주는 요소장치의 손실이 추가되므로 파워마진이 줄어드는 문제가 발생함을 알 수 있다.

IV. 요약 및 향후과제

서비스의 다양화 및 광대역화를 유연히 구현할 수 있는 방법의 하나는 광케이블화를 토대로 하는 가입자망 전송링크의 구축이다. 이를 성공적으로 실현시키기 위해서는 먼저 시스템이 경제적이여야 한다. 그리고 운용유지보수에 대한 효율성이 높으며 새로운 서비스의 수용을 위한 진화성이 좋아야 할 것이다. 이와 같은 요구에 부응할 수 있는 방안의 일례로 공유광원과 외부변조방식을 요소기술로 하는 가입자망 전송링크시스템을 고안하고, 해당 시스템의 기술적, 경제적 타당성을 분석하였다.

고찰한 결과, 하향(2.5 Gb/s급) 및 상향(155 Mb/s급) 전송에 있어서 전송오율이 각각 10^{-11} 및 10^{-10} 정도가 되는 가입자망 전송링크를 구축한다고 가정할 때, 공유광원을 이용한 시스템은 하나의 공유광원으로 하향 링크의 경우에는 2,000 구간의 수용이 가능하며, 상향 링크의 경우에는 500 구간을 수용할 수 있음을 확인하였다. 또한 이를 바탕으로 시스템 구축비용을

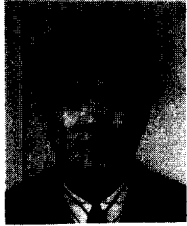
분석한 결과, 기존의 방식에 비해싼 가격으로 구현할 수 있음을 알았다. 통합링크 구성에 있어서는 상하향 신호의 합파/분파를 위해 삽입되는 장치의 손실로 인해 허용분기비의 감소가 초래됨을 알 수 있었다. 이 문제는 앞으로 WDM소자 및 패키징기술이 발전함에 따라 충분히 극복될 것으로 사료된다.

현재는 본 시스템에 대한 실현 가능성을 높이기 위해, 폴리머계 변조기의 제작연구를 시작한 단계에 있으며, 또한 시스템 구현시 대량소요가 예상되는 광전력 분기/결합장치도 집적화가 가능한 실리카계 재료를 이용하여 개발 중에 있다.

참고문헌

1. L. Altwegg, A. Azizi, P. Vogel, Y. Wang, and F. Wyler, LOCNET: a fiber in the loop system with no light source at the subscriber end, J. Lightwave Technol., Vol. 12, No. 3, pp. 535-539, 1994.
2. C. P. Wong edited, Polymers for electronic and photonic application, Academic press. Inc., 1993.
3. Y. Yamada, Hybrid optoelectronic integration with PLC platform, OECC96 TD 16a1-5, pp. 16-17, 1996.
4. J. S. Lee, Y. C. Chung, T. H. Wood, J. P. Meester et al., Spectrum-sliced fiber amplifier light source

with a polarization-insensitive electroabsorption modulation, IEEE Photon Technol., Vol. 6, No. 8, pp. 1035-1038, 1994.



이 용 기(Yong Gi Lee) 정회원

1958년 8월 31일생

1981년 2월:경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1985년 2월:경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사)

1996년 3월:일본 동북대학 전자공학과 졸업(공학박사)

1985년 12월~현재:한국통신 선임연구원

※주관심분야:광소자, 광가입자 전송시스템

강 용 훈(Yong Hoon Kang)

정회원

한국통신학회논문지 제21권 2호 참조

채 창 준(Chang Joon Chae)

정회원

한국통신학회논문지 제21권 1호 참조