

광통신 기술 연구 개발 사업

과학기술부 주관 중점국가연구사업

Fiber Optic 사업단

정기태
KT 통신망연구소
kitae@kt.co.kr

사업단 개요

중점국가연구사업은 급변하는 세계 각국의 기술발전 추세에 능동적으로 대처하고 국내의 관련기술 역량을 집결시켜 새로운 기술혁신을 유도하고자 시작한 과기부 주관의 국책 연구사업이다. 중점국가연구사업중 광통신 분야의 기술개발을 목표로 1998년 12월 Fiber Optic 사업단은 '광섬유 및 광섬유 격자 기반의 WDM네트워크용 핵심소자 연구'를 목표로, 총 10개의 학교, 연구소, 산업체가 모여 5개 세부 연구 그룹을 이루어 출발하였다. 사업단장은 KT 통신망연구소의 이종락 소장이며, KT 통신망연구소를 사업단 주관 연구기관으로 하여, 각 세부 연구 그룹에 세부과제 주관연구기관과 참여기업을 구성하였다. 이와같이 연구 기관과 산업체가 하나의 팀을 구성하여 연구, 개발의 현실성을 높였으며 연구, 개발 품목의 산업화를 용이하게 하였다. 이러한 사업단 구성은, 유사한 분야의 연구기관들과 산업체들이 하나의 네트워크를 이루어 시너지 효과의 극대화를 도모하였다. 본 사업단의 출범 배경을 살펴보면, 이미 확인된 바와 같이 유선통신 서비스가 음성 중심에서 인터넷기반의 대용량 데이터 중심 서비스로 이동해 가면서 방대한 트래픽을 효과적으로 처리하기 위해서는 전송용량의 획기적인 확장뿐만 아니라 광전송로에서의 광증폭기술과 분산보상기술, 그리고 각 노드에서의 데이터의 분기결합등을 광전 변환없이 처리할 수 있는 광신호처리기술의 개발이 요구되었다. 본 사업단에서는 파장다중화 기술인 WDM기술을 근간으로 1998년 이후 5년동안 광대역 전송시스템과 광선로 구축에 활용될 수 있는 핵심기술을 개발하고 있다.

각 세부과제별 연구내용

본 사업단을 구성하고 있는 5개 세부과제의 연구내용을 간략히 살펴보면 다음과 같다.

1. 제1 세부과제 (WDM용 특수광섬유 개발)

제 1 세부과제는 KT 통신망연구소에서 수행하고 있으며 본 과제의 목적은 급속하게 증가하고 있는 통신 용량을 경제적으로 수용하기 위한 전송기술인 파장분할다중(WDM) 전송의 핵심 부품인 광증폭광섬유(EDF: Er Doped Fiber)와 분산보상광섬유(DCF: Dispersion Shifted Fiber)의 기술개발이다. EDF는 하나의 광섬유를 통해 전송되는 다채널 광신호의 감쇄를 보상

해주는 기능을 하는 EDFA(Er Doped Fiber Amplifier)의 핵심부품으로서 WDM 전송시스템에서는 없어서는 안될 필수 광섬유소자이다. 그러나 몇몇 벤처기업을 중심으로 EDFA를 개발하는 업체는 늘고 있으나 소모 EDF는 거의 수입에 의존하고 있는 실정으로 EDF의 국내 개발노력은 상대적으로 미약하였다. EDF 기술개발에 있어서 초기의 주요 관심사항은 이득향상이었으나 WDM전송장치의 채널 수가 증가함에 따라 이득향상 뿐만 아니라 증폭대역의 확장 및 대역평탄도 향상에 집중적인 노력을 기울이게 되었다. 제 1세부과제에서는 개발EDF의 경쟁력을 높이기 위하여 독자적인 굴절률 구조를 가지면서도 넓은 증폭대역폭을 갖는 EDF의 개발을 수행하였다.

한편, 본 연구의 또 다른 개발대상 특수광섬유인 DCF는 광신호가 광섬유를 통해 진행할 때 발생하는 파장별 속도차, 즉 분산을 보상하기 위한 광섬유소자이다. 광전송속도가 증가할수록 신호 펄스간 간격이 좁아지기 때문에 고속 전송에서는 색분산으로 인한 신호퍼짐이 전체 전송품질에 미치는 영향은 매우 치명적이며, 특히 넓은 파장 대역을 사용하는 WDM 전송에서는 각 채널별 색분산의 영향뿐만 아니라 파장간 색분산의 차이 즉, 분산기울기의 영향으로 인해 색분산과 분산기울기를 동시에 보상하지 않고서는 최적 전송품질의 확보가 어렵게 된다. 지금까지 광섬유의 색분산을 보상하는 다양한 기술들이 발표되었지만, 현실적으로 가장 우수한 특성과 기술적으로 성숙된 기술이 DCF이다. 본 연구에서는 다채널 WDM전송에 적합한 DCF의 개발을 목표로 하고 있다.

주요 연구내용을 간추리면 다음과 같다.

1. 광섬유 설계 소프트웨어 개발 - 다양한 형태의 광섬유를 디자인 (그림 1)
2. 높은 음분산 분산보상광섬유 제조 (그림 2)
3. EDFA 구성 실험 (그림 3)

2. 제 2 세부과제 (광섬유 격자기술 개발)

제 2 세부과제의 주관연구기관은 광주과학기술원이며 (주)코베콤은 참여기업으로 연구개발 결과의 상용화를 담당하고 있다. 본 세부과제에서는 광섬유 격자를 상용화하는 것을 최종 목표로 하고 있으므로 광섬유 격자 제조 기술 뿐만 아니라 격자의 안정성을 향상하기 위한 격자용 광섬유 개발

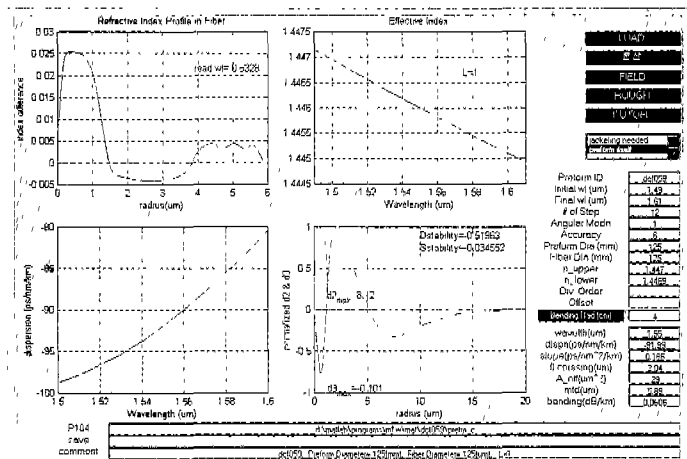


그림 1. 설계 프로그램의 인터페이스 화면

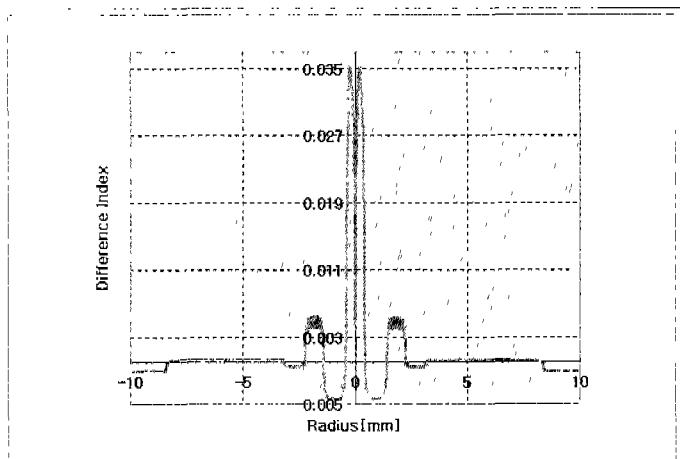


그림 2. 제조된 분산보상광섬유의 굴절률 구조

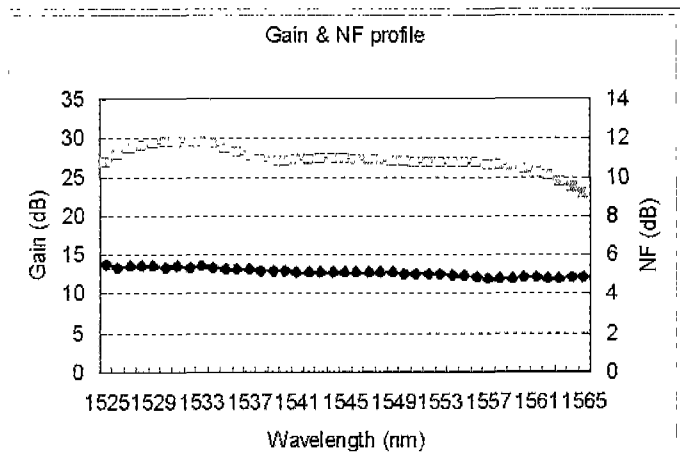


그림 3. EDFA의 Gain과 NF특성 곡선

을 주요 목표로 하고 있다. 세부적으로는 선폭 (Bandwidth) 0.05 ~ 20 nm, 반사율 0.1 ~ 60 dB 이상의 반사형 격자 필터 개발 및 상용화, UV Photosensitivity에 의한 굴절을 변화(Δn)가 수초터 리 하지 않은 상태에서 0.002이상, 공진 파장의 온도에 따른 변화율이 0.005 nm/°C이하인 격자용 광섬유 개발 및 상용화를 목표로 하였다. 연구 단계를 크게 2 단계로 구분하여 제 1단계(1998. 9 ~ 2001. 8)에서는 격자용 광섬유와 격자의 설계 및 제조 기술 개발과 광섬유 격자의 기계적, 광학적 신뢰성 평가 및 최적화를 목표로 하였다.

대표적인 연구수행 내용을 간략히 소개하면 다음과 같다.

- 대칭적 장주기 격자의 제조 (그림 4)

3. 제 3 세부과제 (WDM용 파장제어 광소자 개발)

제 3 세부과제는 한국과학기술원을 주관연구기관으로 하여 서울대 및 전남대가 공동 연구기관으로 구성되었으며 (주)Fiberpro과 (주)PPI가 참여기업으로 참여하였다. 본 세부과제에서는 이득평탄용 필터와 채널 가감기(ADM) 및 도파로 격자(AWG) 개발을 목표로 하였다. 대표적인 연구수행 내용을 간략히 소개하면 다음과 같다.

- AWG 제작 (그림 5)

4. 제 4 세부과제 (WDM용 파장가변형 광섬유 레이저개발)

제 4 세부과제는 한국전자통신연구원을 주관연구기관으로 하여 (주)뉴그리드 정보통신이 참여기업으로 참여하였다. 본 세부과제에서는 안정화된 모드로킹 광섬유 레이저, 편광, 온도 진동 등에 둔감한 안정화 구도 창출, 파장 가변형 광섬유 레이저, 전기적으로 파장가변화, 고반복률 광섬유 레이저 시제품 개발을 목표로 하였다.

대표적인 연구수행 내용을 간략히 요약하면 다음과

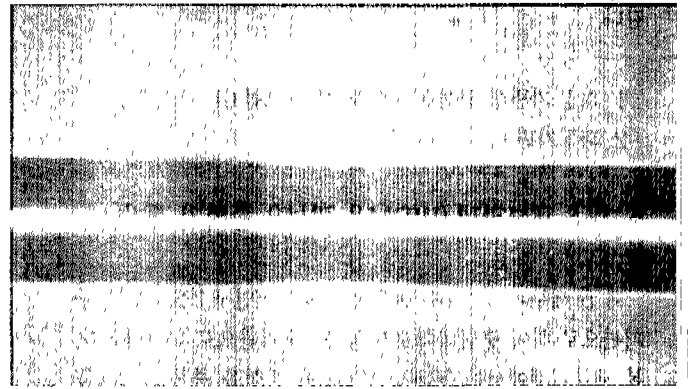
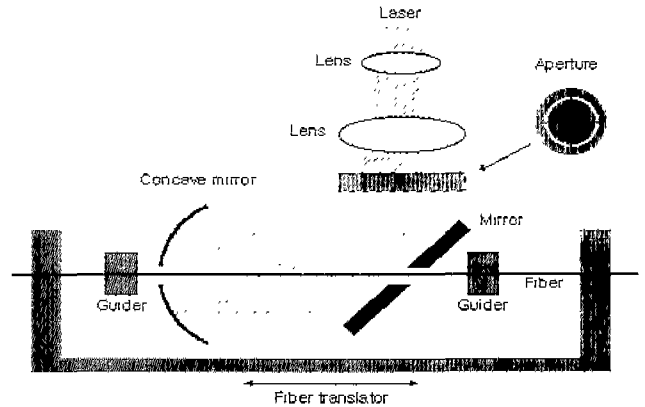


그림 4. 대칭적 격자제조 장치 구조와 제조 결과

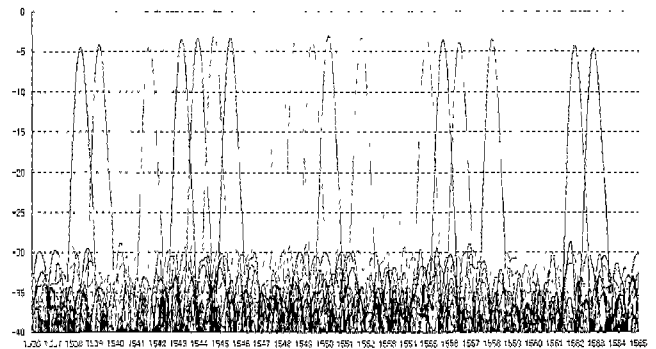


그림 5. 제작된 AWG의 스펙트럼

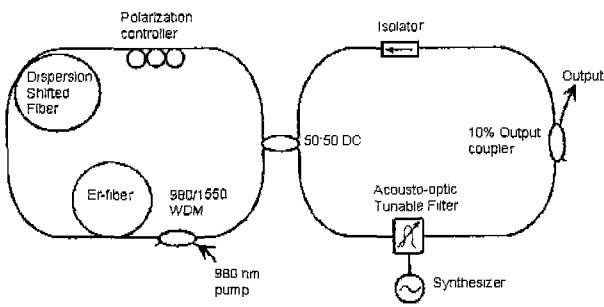


그림 6. 파장가변형 광섬유레이저 구성도

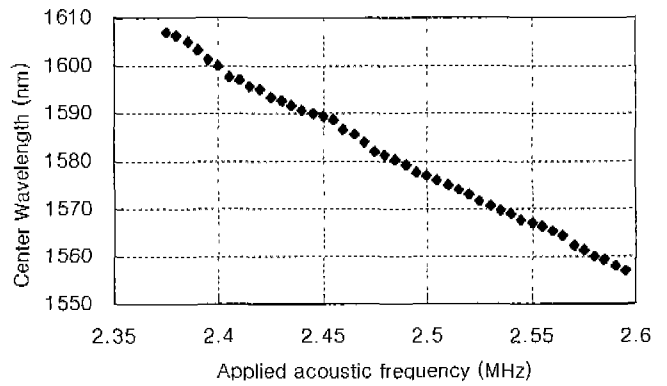


그림 7. 파장가변 특성

같다.

1. 파장 가변형 광섬유 레이저 제작(그림 6)
2. 파장가변 특성 (그림 7)

5. 제 5 세부과제 (WDM용 광섬유 증폭기 개발)

제 5 세부과제는 (주)대우통신 광통신연구소를 주관연구 기관으로 하여 충남대학교가 공동연구기관으로 참여하였다. 본 세부과제에서는 30채널 WDM용 광섬유 증폭기 시제품 개발(이득 평탄 광증폭 기술, 광증폭 이득 제어 기술, 장거리 광증계 증폭 기술)과 50채널 WDM용 광섬유 증폭기 시제품 개발(이득 평탄 광증폭 대역 확장 기술, 광증폭 신호 감시 기술)을 목표로 하였다.

대표적인 연구수행 내용을 간략히 소개하면 다음과 같다.

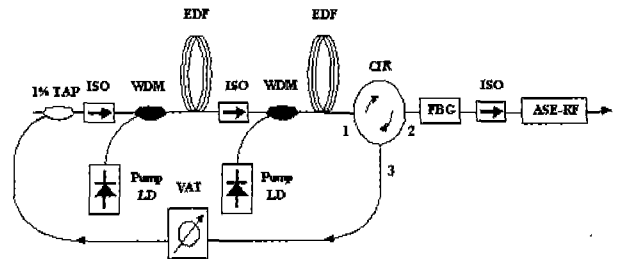


그림 8. 전광 이득 고정형 광섬유 증폭기 구성도

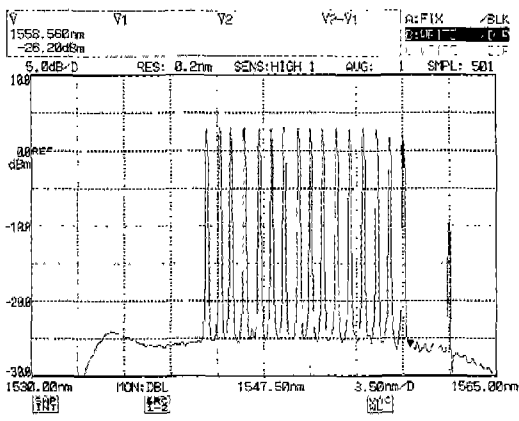


그림 9. 전광 이득 제어 특성 측정

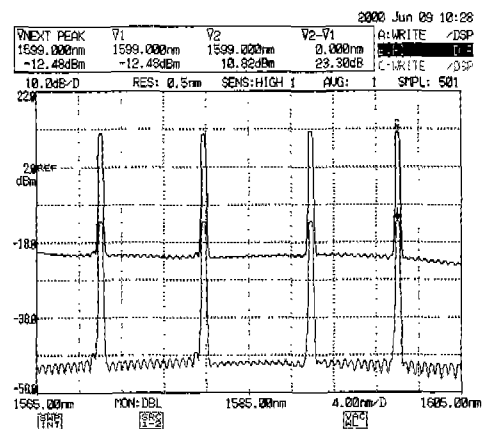


그림 10. 32ch L-band WDM용 EDFA 광증폭 스펙트럼

1. 전광 이득 고정형 광섬유 증폭기 개발. (그림 8)
2. 전광 이득 제어 특성 (그림 9)
3. 32ch L-band WDM용 EDFA 증폭기 구성 (그림 10)

본 연구개발사업을 구성하고 있는 5개 세부과제는 사업단 홈페이지와 정기적인 공동 워크숍을 통하여 서로간 활발한 정보교류를 하고 있으며, 개발된 기술의 상용화에 노력을 기울이고 있다.

Fiber Optic 사업단 2단계 연구계획

1998년도 부터 2001년도까지 본 사업단의 제1단계 연구기간은 마침 세계적인 광통신사업의 폭발적인 성장기와 맞물려 있었고 또한 국내에서도 소위 IMF위기를 돌파하기 위한 수단으로 취해진 정부의 강력한 벤처기업 육성정책에 따라 각 세부과제의 연구성과중 가시화된 부분은 관련 기업에서 사업화를 추진토록하고 2001년도부터 시작되는 2단계 사업에서는 그동안의 기술변화동향을 반영하여 2개의세부과제로 재편하였다.

제 1 세부과제는 1단계에서 이론 연구 결과물을 토대로, 고속 광전송 시스템에서 문제가 될 것으로 예상되는 편광 분산을 보상하는 연구를 수행하고있다. 현재 WDM 시스템의 채널당 전송 속도는 10 Gbps까지 운용되고 있으나 이미 채널당 40Gbps의 상용 광전송장비가 개발완료된 상태임에 비추어 머지 않은 장래에 40Gbps급이상의 광전송장비의 도입이 예견되고 있다. 이와 같은 채널당 전송속도의 증가는 일반적으로 단위 전송용량당 비용을 낮춰주는 긍정적인 면도 존재하지만 광선로의 편광 분산(polarization mode dispersion : PMD)에 따른 전송품질의 열화문제가 더욱 심각하게 대두된다. 편광 분산은 광선로를 진행하는 두 가지 편광의 진행 속도차로 인하여 신호가 왜곡되는 현상으로서, 10Gbps 이상의 전송 속도에서 그 영향이 뚜렷이 드러난다. 따라서, 채널당 전송 속도의 중대를 위해서는 색분산 보상과 더불어 광선로의 편광 분산 보상이 필수적이나 외국의 활발한 연구활동에 비해 국내에서는 이 분야에 대한 연구가 상대적으로 매우 저조하였다. 현재 일차(first-order) 편광 분산 보상에 관한 여러 가지 방안이 제안된 바 있으나, 이차 이상 고차(higher-order)의 편광 분산보상에 대해서는 구체적인 방안이 제시되고 있지 않은 상태임에 비추어 이 분야에 대한 연구는 원천 기술 확보와 기술적 우위를 선점할 수 있는 기회를 제공할 것으로 예상된다.

제 2 세부과제는 광섬유 격자기술을 응용한 파장 변환기 및 파장분배결합필터등의 광소자 연구를 수행하고있다. 이미 WDM 광전송장비가 통신망에 보편적으로 도입되고 있지만 아직도 점대점 전송이 주류를 이루고 있으며, 파장변환기, 다파장 레이저, 광 분배/결합 필터 등 WDM용 광소자들의 실용화 개발이 완성되지 않아 전광네트워크 구축이 지연되고 있는 실정이다. 제 2 세부과제는 이러한 전광네트워크 구축에 필수적인 광소자를 연구하고있다. 그 중 파장변환기는 입력파장을 변환하여 내보내는 일종의 파장스위치 역할을 한다. 또한 2세부과제에서 개발중인 광섬유 다파장 레이저는 하나의 광섬유 레이저를 이용하여 다 파장을 생성해내는 WDM 기술로서 세계적으로 이에 관한 다양한 연구가 진행중에 있다. 그러나 지금까지 제안된 다파장 광섬유 레이저의 문제점은 저온(77°K)에서만 안정화된 다중발진을 할 수 있다는 것이다. 왜냐하면 이득물질로 사용하는 Er이 상온에서는 homogeneous한 특성을 가지고 있어 실제 시스템에 적용할 수 없다. 상온에서 안정하게 발진하는 다파장 광섬유 레이저가 개발된다면 WDM 시스템의 광원으로서 매우 주목을 받을 것으로 예상된다.

제2세부과제의 참여기업에서 개발중인 실리카 기판상의 다채널 Arrayed Waveguide Grating(AWG) 소자는 FHD 실리카 박막기술, 광회로 제작기술, 도파로 소자의 고급 설계기술, WDM소자 및 스위칭 소자 그리고 도파로-파이버 접속기술등을 포함한다. 이에 대한 양산기술이 개발될 경우 향후 PON (Passive Optical Network)으로 대표되는 평가업자 구축시 가장 큰 걸림돌로 여겨졌던 핵심부품에 대한 고가의 장벽이 완화되어 Fiber-to-the-home의 실현을 크게 앞당길 것으로 기대된다.