

광섬유 시장 및 개발 동향

이병욱 / 진명C&C(주) 광통신연구소 소장

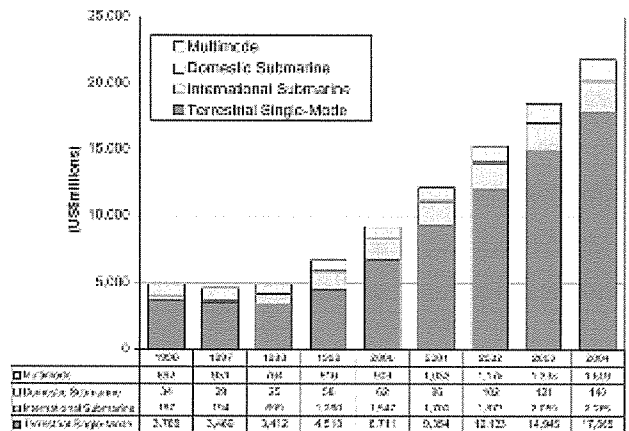
“세계화는 시대를 특징짓는 기술도 지니고 있다. 컴퓨터화, 소형화, 디지털화, 위성통신, 광섬유 그리고 인터넷 등이다. 이들 기술은 세계화 시대를 규정짓는 세계관을 만들어 냈다.”고 뉴욕 타임즈 칼럼리스트인 토머스 L. 프리드먼은 그의 저서 『텍스와 올리브 나무』에서 말하고 있다.

이제는 광섬유가 생소한 단어가 아니며, 초고속 정보통신의 근간이 된다는 것을 일반인도 쉽게 알 수 있을 정도가 되었으며, 정보화 자체가 철학을 바꾸는 중요 요소가 되고 있다.

이렇게 정보통신 인프라(Infra)의 중심에 광섬유가 있고, 사용자의 엄청난 데이터 요구에 맞추어 새로운 광섬유들이 개발되고 있다. 한국은 이미 광섬유를 기반으로 하는 고속 인터넷 이용률이 세계 최고인 나라가 되었다. 최근 삼성전자, LG전선, 대한전선등 주요 광섬유 업체는 광섬유 생산량을 늘리고 있으며, 후발 업체인 희성전선, 일진과 벤처 업체인 TOP등이 광섬유 생산에 박차를 가하고 있다.

하고 있으며, 광섬유 생산량은 2001년 기준으로 약 9,000천만 Km 정도로 보고 되고 있다.

한국은 현재, 광섬유/케이블 시장은 2004년 세계 4위, 광섬유 생산량에서 세계 5위권 내에 들어 갈 것으로 예상하고 있다.



Source : KMI 2000

광섬유 시장 및 가격

올해 초만 하더라도 광섬유의 품귀현상으로 인하여 광섬유를 확보하느라 케이블 업체 및 통신 서비스 업체들의 애를 태웠으나, 현재는 미국의 경제침체, 유럽의 광통신관련 투자 감소로 인한 수요감소로 광섬유 공급이 많은 편이다. 하지만, 1~2년 이후는 또다시 광섬유의 수요량이 상당량 증가 할 것으로 예측된다.

광 관련 시장조사 전문 기관인 KMI의 2000년 보고서에 의하면 2001년 광섬유 세계시장은 120억 달러이며, 2004년에는 210억 달러로 예상하고 있다. 미국의 Corning, Lucent가 45%, 일본의 Sumitomo, Furukawa, Fujikura 가 19%, 프랑스 Alcatel이 12%의 광섬유를 생산

광섬유 가격은 각국 마다 차이가 많으며, 올해 초에 비하여 급격히 떨어지고 있다. 현재, 북미의 경우 단일모드 광섬유가 33~38USD/Km 이상에 거래 되고 있으나 중국 및 러시아는 25~30USD/Km 정도에 형성되고 있다. 하지만, 이 가격은 매우 유동적이며, 제조업체에 따라 차이가 많이 있고, 시장침체로 인하여 거래자체가 활성화되지 않고 있는 상태이다. 한편, 광섬유 제조사들은 치열한 시장 경쟁에서 살아 남기 위한 기술개발 및 양산규모에 대한 전략을 한층 강화하고 있다.

실제로 광통신의 발달은 광섬유의 개발이력과 함께 하고 있다. 광섬유 기술을 이해한다는 것은 광통신 시스템 및 네트워크에 대한 기초를 알 수 있는 중요한 사항이다.

이에, 광섬유에 관한 기본적인 특성과 개발 흐름, 그리고 한국이 나아가야 할 방향에 대해 개인적인 견해를 언급할까 한다.

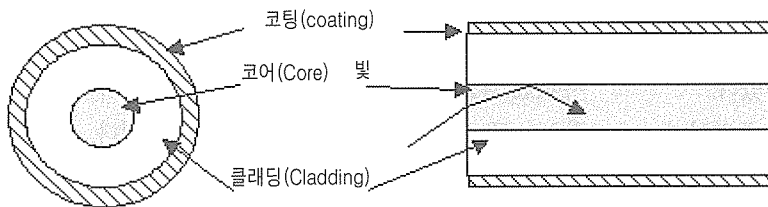
광섬유 및 개발 흐름을 이해하기 위해서는 몇 가지를 필수적 특성을 알아야 한다.

광섬유 기본 구조, 손실(Attenuation)특성, 분산(Dispersion)의 성질, 최근 화두가 되고 있는 비선형(Nonlinear) 현상이 바로 그것이다.

광섬유 기본 구조

현재, 전세계적으로 가장 많이 포설되어 있는 광섬유는 단일모드 광섬유(Single Mode Fiber)이며, LAN과 같은 짧은 거리의 네트워크에 사용되는 것이 다중모드 광섬유(Multi Mode Fiber)이다. 단일모드 광섬유의 경우 광섬유 내에 도파되는 빛의 전파모드가 하나이며, 고속/대용량 전송에 쓰인다.

다중모드 광섬유는 빛의 여러 전파 모드가 도파되며, 굴절율의 모양에 따라 계단형 광섬유와 언덕형 광섬유로 분류되며 소용량/중용량 통신, LAN용 등으로 사용되고 있다.



<그림 1. 광섬유 기본 구조>

광섬유의 기본구조는 <그림1>과 같으며, 기하 구조적으로 단일모드 광섬유 코어경이 8.6~9.6 μm (Mode field Diameter 기준)와 다중모드 광섬유는 50 μm 나 62.5 μm 로 구분된다. 이러한 광섬유 내에 빛의 신호가 도파되는 원리는 빛의 굴절률이 다른 매질로 일정한 임계각보다 큰 각도로 진행할 경우 전반사가 일어나는 성질을 이용한 것이다.

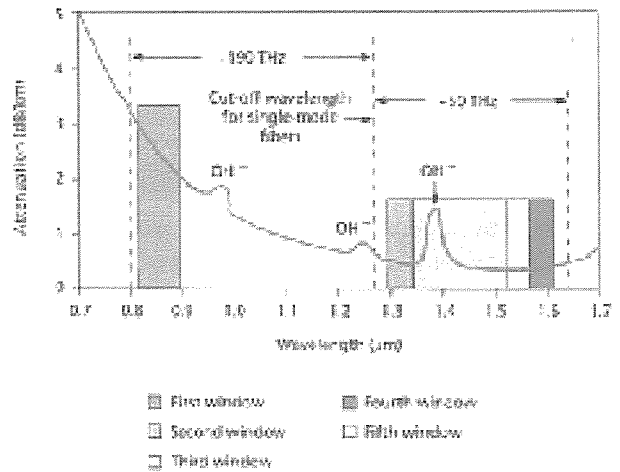
광섬유의 손실특성

손실이란 빛의 신호가 광섬유 내에서 긴거리를 진행하

면서 감쇠가 되는 현상이다. 이 성질은 물질 고유의 특성이며, 실리카 재료를 가진 단일모드광섬유의 손실 곡선은 <그림2>와 같다. 이 곡선의 주요 특성은 다음과 같다.

첫째 파장이 증가함에 따라 신호가 일정비율(λ^4)로 감쇠가 되는 현상이며, 둘째 수분 성분(OH⁻)으로 인한 흡수 손실 Peak가 존재한다는 것이며, 셋째 1.6 μm 이상의 파장에서는 Si 흡수로 인하여 손실이 점차로 증가한다.

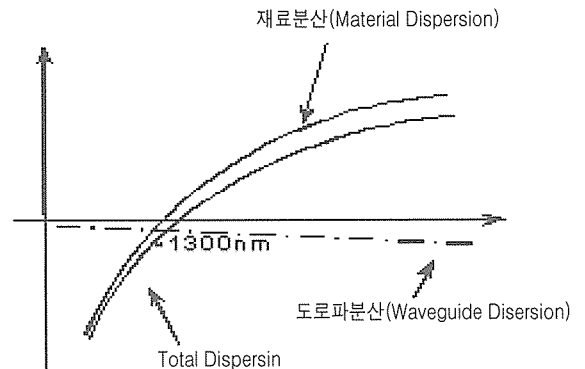
이러한 손실은 실제로 광신호를 전송할 때, 시스템의 새로운 기술을 요구하고 많은 추가적인 비용이 들어가게 된다.



<그림 2. 실리카 기반의 광섬유 손실 곡선>

광섬유 분산 성질

광섬유에 광신호를 보내었을 때, 최종 신호가 초기 신호보다 시간적으로 퍼짐 현상이 나타나는 것을 말한다.



<그림 3. 분산 그래프>

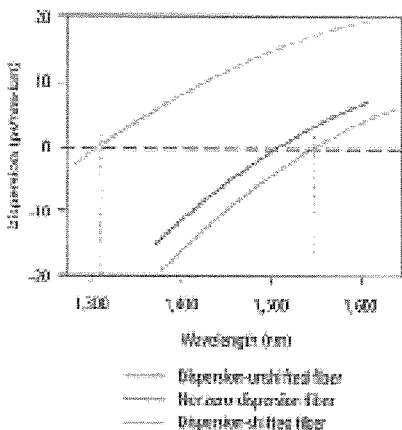
전체 분산인 색분산은 광섬유 재료인 실리카(Si)와 도핑물질(Dopant)로 인한 재료분산(material Dispersion)과 파장에 따라 굴절률 차이에 따른 모드간의 차이를 가지는 도파로 분산(Waveguide Dispersion)의 합으로 표시되며, 고속 전송에 따른 직교하는 편광 모드의 차이에 따르는 편광분산(Polarization dispersion)이 있다.

광섬유 비선형 성질

최근 광증폭기로부터 나오는 광의 세기가 커짐에 따라 광섬유 내에 신호가 다양한 비선형 현상에 의하여 겹쳐지거나, 왜곡 되어지는 현상을 말한다. 이에는 Brillouin, Raman Scattering, Self-Phase modulation, Cross-phase modulation 의 현상이 있고, 전송시 많은 문제가 되는 Four Wave mixing 현상이 있다. Four Wave mixing은 2~3개의 서로 다른 광파장이 결합하여 새로운 다른 파장을 형성하는 현상을 말한다.

이러한 광섬유 특성에 따라 광섬유가 전송시스템에 맞게 개발되어 포설되고 있다. 1970년대 말에는 코아경이 50 μ m인 다중모드 광섬유가 전송로에 쓰였다. 이 광섬유는 장거리 전송에 합당하지 않아 1983년부터 코아경 8.3 μ m인 단일모드 광섬유가 개발되어 장거리 전송의 포문을 열 수 있게 되었다. 광섬유는 International Telecommunication Union (ITU)에 따라 규격이 정하여 있다.

<그림4>는 광섬유 종류별 분산 곡선을 나타낸 것이다.



<그림 3. 광섬유 종류별 분산 곡선>

Conventional Single Mode Fiber (ITU G.652) : 일반 단일모드 광섬유

이 광섬유는 현재 가장 많이 포설되어 쓰이고 있으며, 1310nm에서 분산값이 "0"를 가지는 광섬유이다.

1310nm 파장이 최저 손실 파장이 아님에도 사용되었던 것은 빛을 보내는 레이저다이오드(LD)가 이 파장에서 먼저 상용화가 되었기 때문이다. 이 광섬유는 고속 디지털 전송, CATV 아날로그 전송에 쓰이며 1550nm 파장 대역에서도 쓰이고 있다. 하지만, 1550nm 파장에서 분산값이 높기 때문에 일반적으로 2.5Gb/s 이하의 전송 시스템에서 사용 된다.

Dispersion Shifted Fiber (ITU G.653) : 분산천이 광섬유

1985년에 상용화 되었으며, 최저 분산값을 1310nm에서 1550nm에서 영분산 값을 가지도록 분산값을 이동시키고, 최저 손실 값을 가지도록 디자인이 되어있는 광섬유이다. 이 무렵 EDFA(Erbium Doped Fiber Amplifier)가 개발되어 1550nm 대역에서 손실에 대한 제한이 극복되게 되었다. 하지만, 여러 파장을 동시에 보내는 WDM(Wavelength Division Multiplex)시스템에서 2.5Gb/s 이상 전송시 Four Wave Mixing(비선형현상)으로 인하여 이를 보완한 Non Zero Dispersion Fiber로 대체 하게 된다.

1550nm Loss Minimized Fiber (ITU G.654): 저손실 광섬유

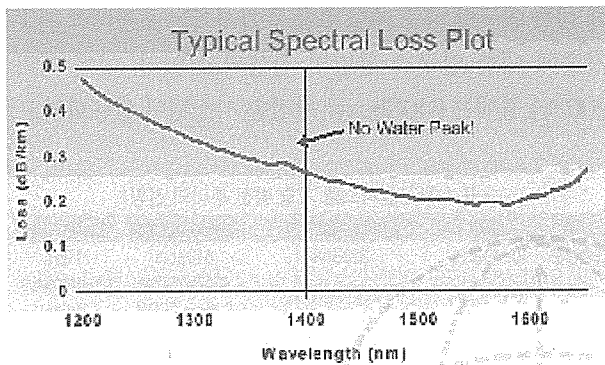
Conventional Single Mode Fiber가 1550nm에서 0.18dB/Km이하 값을 가지는 광섬유를 Loss Minimized Fiber라 한다. 이러한 저손실 광섬유는 광섬유 코아내에 순수 silica glass를 사용하고 구부림 손실을 줄이기 위해 high Cut-off를 유지 시킴으로 낮은 손실값을 가질 수 있었다.

Non Zero Dispersion Shifted Fiber (ITU G.655) : 비영분산 광섬유

이 광섬유는 앞에서 언급한 것처럼 WDM 시스템에서 Dispersion Shifted Fiber의 비선형 현상의 단점을 보완하기 위하여 고안한 광섬유이며, 1993년 Lucent에서 상용화가 시작되었다. 이 광섬유의 등장으로 개별 채널 10Gb/s에서 250km 이상 분상보상 없이 전송할 수 있게 되었다.

이상은 현재 ITU 규격을 위주로 광섬유를 설명하였다. 이 규격이외 최근 개발되고 사용 되고 있는 광섬유는 Allwave Fiber, Large Effective Area Fiber (Truewave XL Fiber), E-Large Effective Area Fiber (Truewave RS Fiber)이다. 이들 광섬유는 미국과 일본에서 점차적으로 사용량이 늘어 나고 있다.

Allwave Fiber는 <그림 5>와 같이 1350nm와 1450nm 파장에서 가지는 OH-를 제거한 광섬유이다.



<그림5. Allwave Fiber 손실 곡선>

Allwave Fiber는 일반 단일모드 광섬유보다 100nm 파장 대역을 사용할 수 있는 광섬유로 Metropolitan 용 광섬유이다.

Large Effective Area Fiber (Truewave XL Fiber), E-Large Effective Area Fiber (Truewave RS Fiber)는 Corning과 Lucent에서 개발한 것으로 각각 해저용, 장거리 고속전송 포설용으로 DWDM시스템에 적용하도록 설계된 광섬유이다.

광섬유 기술은 미국을 중심으로 지난 20여년간 많은 발전을 하였다. 우리나라 역시 약 15여년간의 광섬유를 생산하고 연구를 해왔으며, 그 성과로 광섬유 및 광케이블 시장 점유율도 해마다 증가 하고 있다.

하지만 광섬유 세계시장은 날로 치열해 지고 있다. 지난

몇 년간 국내 광섬유 및 광케이블 회사의 높은 마진률로 많은 수익을 가져온 것이 사실이다. 앞으로 짧은 기간의 수요/공급 불균형으로 인한 광섬유 일시적 가격 상승 외에는 광섬유 가격의 상승 요인은 크지 않을 것이라는 것이 전문 Marketing회사들의 견해이다.

이러한 광섬유 시장에서 살아 남기 위한 방법으로 먼저, 광섬유 제조 원가의 경쟁력을 갖추기 위해 제조 공법 개발 및 수율 향상을 기해야 한다. 세계적으로 경쟁력이 있으려면, 단일 모드의 경우 10cent/M 이하가 되도록 해야한다. 둘째, 광섬유 디자인의 원천 특허를 확보 해야한다. 말처럼 쉬운 말은 아니지만, Corning과 Lucent에 견줄 만한 원천특허 및 대응특허를 확보하여 차기에 사용될 광섬유에 대한 기술적 기반이 마련되어야 할 것이다. 셋째, 앞의 두 가지를 위한 국내 광섬유 제조 업체들의 공동 대응 및 정부의 지원이 필요하다. 민간기업의 중복투자를 비용을 줄이고, 정부의 공적자금을 투입하여 광섬유 공동 연구소 설립을 추진하여야 한다.

멀지 않은 미래에 한국의 광섬유가 세계 시장에서 커다란 부분을 차지할 것을 기대해 본다.

