

## 2 千年代의 폭발적情報 전달의 主役

# 光 섬 유

김 정 엽

〈한국과학기술원 고분자재료연구실〉

이 논문은 한국섬유공학회가 1984년 12월에 발행한 한국섬유공학회지 제12권6호에서 전제한 것이다. (편집자註)

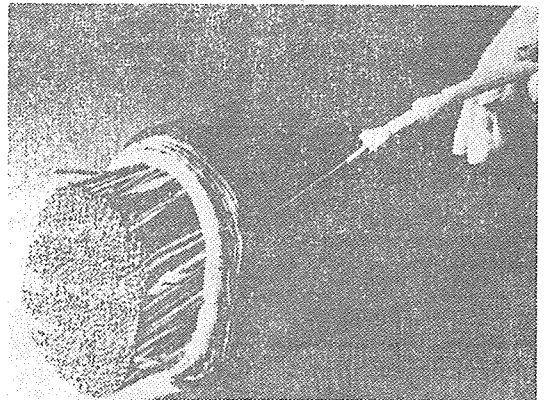
문명이 발달한 가장 상징적인 증거는 엄청난 양의 정보를 수집하여 필요할 때 이용한다는 것이다. 정보를 보내고 그것을 받아들이는 데는 주로 전자를 매체로 사용하고 있으며 따라서 막대한 전자통신장비가 필요하게 된다. 단순한 동선에 의한 통화만 하더라도 폭주하는 양을 감당하지 못하여 동축케이블이 개발되었고 곧 이어 그것마저 용량이 부족함을 나타내고 있다. 특히 통화뿐만 아니라 텔레비전 영상을 그것도 왕복으로 송수신하고 또한 상상할 수 없을 정도로 소량화된 컴퓨터간의 정보교환을 수행하기 위해서는 새로운 통신매체가 개발되는 것이 반드시 필요하였었다.

최근에 광섬유가 개발되어 정보의 전달수단으로 전자를 이용하는 대신 빛을 이용함으로써 엄청나게 많은 정보전달을 가능하게 한다. 현재 광섬유는 통화, 텔레비전 및 자료전달 분야에 획기적인 변화를 가져오고 있으며 단파나 통신위성에 버금가는 중요성을 가졌다고 할 수 있다.

광섬유의 장점은 밴드폭이 3,300Hz 까지 사용할 수 있는 것이 시판되고 있으며 10,000Hz 까지도 가능하므로 사람의 대화, 자료, 텔레비전 영상 등을 같은 선으로 보낼 수가 있다. 또 구리선에 비해 같은 양의 정보를 보내기 위해

그 무게가〈그림-1〉에서와 같이 10분의 1도 되지 않는다. 그밖에도 구리선의 접촉으로 정보가 다른 선으로 누출되는 단점도 없고 여러 가지 전파방해를 받지 않으며 통신료가 현 시스템보다 싸질 것이 전망된다.

〈그림-1〉 Size reduction with optical fibers. (Courtesy of Corning.)



석영 광섬유는 광에너지 손실이 아주 작아서 훌륭한 정보전달 매체로 사용되고 있으며 단일 모드 광섬유도 실용단계에 와 있으므로 광에너지 전달이 더욱 정확하게 되고 있다. 석영광섬유가 광에너지 손실을 작게 하기는 하지만 생산공정이 까다로운 단점이 있다. 유기고분자물질 중에는 투광성이 뛰어난 것이 있으므로 유

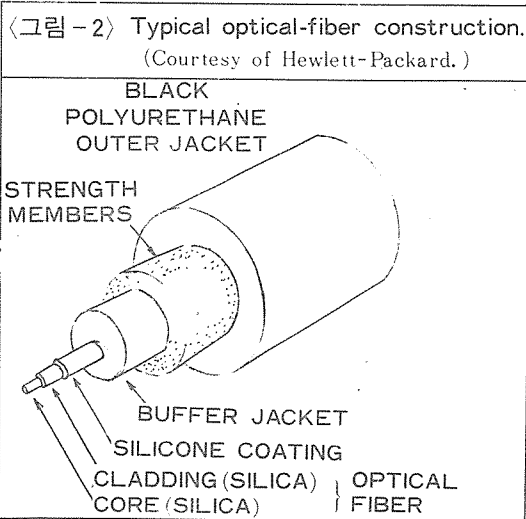
기고분자물질이 가지는 특성인 가볍고 가공성이 좋으며 값이 싼 점 등을 이용하여 플라스틱 광섬유가 생산되고 있다.

플라스틱 광섬유는 석영 광섬유에 비해 가볍고 값이 싸긴 하지만 광에너지 손실이 너무 커서 장거리 통신용으로는 전혀 사용되지 않는다. 그러나 고층건물의 옥내 정보망이나 생산공장의 제어용에는 사용이 가능하다. 플라스틱 광섬유의 광에너지 흡수는 주로 탄소-수소 결합 때문이므로 탄소-수소 대신에 탄소-중수소 결합을 이용하면 광에너지 손실을 크게 줄일 수가 있다.

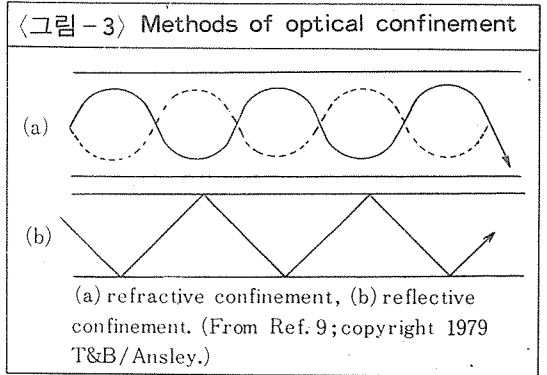
### □ 광섬유의 구조와 광송신 원리

광섬유 구조는 <그림-2>에서와 같이 심(core)과 반사막(clad)으로 그 위에 여러 겹의 재료를 입혀 광섬유의 강도를 높이고 보호벽으로 이용한다. 심의 역할은 빛을 통과시키는 것이며 반사막의 역할은 빛이 심과의 경계면에서 전반사를 하도록 고안되어 있다. 이때의 조건은 심의 굴절율이 반사막의 굴절율보다 반드시 커야 하며 대체로 굴절율 차이는 약 0.1정도가 되는 것이 바람직하다.

빛이 광섬유를 통과할 때는 <그림-3>같은 전진형태를 가지는데 (a)를 graded-index라 하



고 (b)를 step-index라 한다. Graded-index는 굴절율이 심의 중심부에서 광섬유의 표면으로 나오면서 점점 작아지며 step-index는 심의 굴절율이 일정하고 반사막의 굴절율은 심의 것보다 작아서 임계각 이상으로 빛이 경계면에 닿으면 전반사하도록 설계되어 있다. Graded-index는 step-index에 비해 만들기는 어려우나 중심부로 지나가는 빛은 높은 굴절율 즉, 물질의 높은 밀도 때문에 중심에서 멀어진 쪽으로 지나가는 빛보다 속도가 늦으며 따라서 대부분의 빛이 통과한 거리에 관계없이 같은 시간에 같은 장소에 도달하게 된다. 반면에 step-index형에서는 광섬유로 들어간 빛의 입사각이 큰 경우는 작은 경우보다 빛이 더 많은 횟수의 반사를 하게 되고 따라서 통과한 거리도 커져서 일정한 시간 후에는 같은 시간에 입사한 빛들 간에 전진한 거리와 달라지고 결과적으로 빛의 강도가 낮아지는 효과를 나타내게 된다.



광섬유의 출력광 에너지에 큰영향을 주는 또 다른 인자는 광 모드(mode)이다. 광 모드에는 다중모드(multimode)와 단일모드(single mode)가 있는데 차이점은 <그림-4>에서와 같이 input pulse에 비해 output pulse의 폭이 단일 모드는 별로 변하지 않는 대신에 다중모드의 경우에는 커진다. 특히 광섬유가 step-index형일 때 다중모드 광선이 통과하면 광에너지는 graded-index형에 비해서 쉽게 작아진다.

대용량 통신을 전달하기 위한 광섬유내에서의 광에너지의 크기에 영향을 주는 것 중에 하나가 numerical aperture(NA)이다. NA는 광섬유

□ 이달의 논문 □

심을 통해 빛이 유도되어 갈 수 있는 가장 큰 입사각의 sine을 말한다. 즉 어떤 광섬유가 얼마나 많은 양의 빛을 심속으로 입사시킬 수 있는가를 말한다.

NA는 심과 반사막의 굴절율함수로 식(1)과 같이 나타낸다.

$$NA = \sin(\theta) = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} \dots \dots \dots \langle 1 \rangle$$

여기에서  $\theta$ 는 광의 입사각,  $n_1$ 과  $n_2$ 는 각각 심과 반사막의 굴절율이다.

$$I = I_0 \exp(-kl) \dots \dots \dots \langle 2 \rangle$$

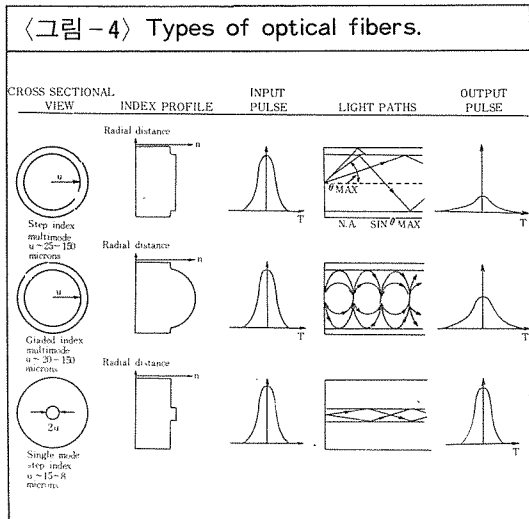
여기에서  $I$ 와  $I_0$ 는 각각 투과광과 입사광의 강도이고  $k$ 는 흡광도계수이며  $l$ 은 빛이 통과한 거리이다. 실제로는 빛의 투과능력을 손실율  $a$ 로 나타내며 식(3)과 같다. 손실율  $a$ 의 단위는 dB (decibel)이며  $l$ 의 단위는 km로 할때가 많다.

$$a = -\log\left(\frac{I}{I_0}\right)/l \dots \dots \dots \langle 3 \rangle$$

석영 광섬유의 광신호 감쇄량에 큰 요인이 되는 빛의 흡수는 주로 -OH기, 전이금속이온, 자외선 영역에서의 전자대의 영향 등이 있으며 빛의 산란은 유리속의 격자에 의한 Rayleigh scattering으로서 그 크기는 파장의 4승에 비례한다.

플라스틱 광섬유의 광손실(표-1)과 같다. 적외선 영역에서는 적외흡수 요인과 Rayleigh scattering은 고유한 것이므로 분자의 화학적 및 물리적 변성을 하지 않고는 불가능하다. 적외 진동 흡수는 고분자물질의 수소를 중수소로 치환함으로써 흡수파장을 장파장 쪽으로 이동시켜 줄일 수가 있으며 플라스틱 광섬유의 광손실을 낮출 수 있는 가장 정확한 방법이다.

불순물에 의한 광손실은 재료의 정제방법을 개선함으로써 쉽게 낮출 수가 있다. MMA를 중합하기 전에 철저히 정제를 해야 하며 사용하는 중합개시제나 중합억제제 등은 그 양과 종류에도 관심을 두어야 한다. 광섬유생산을 위한



Optical fiber geometric cross sections, index of refraction distributions, pulse spreading characteristics and optical ray paths are schematically presented in this figure. The fiber numerical aperture (NA) is defined as the maximum angle of propagation for trapped rays.

□ 신호의 감쇄

주어진 투명체에 빛이 들어갔을 때 그 빛의 일부는 광섬유를 구성하는 분자의 화학구조들이 빛을 흡수하기도 하고 분자속의 전자가 빛을 산란(Rayleigh scattering)하기도 하며 불순물에 의한 빛의 흡수 및 산란이 일어나며 심과 반사막간의 표면상태에 따라서도 빛의 강도가 줄어든다.

이와같이 빛의 강도가 줄어드는 것은 식(2)와 같이 나타낸다.

〈표-1〉 플라스틱 광섬유 광손실 요인

흡수	고유흡수	적외진동흡수 자외전자 천이 흡수
	불순물에 의한흡수	전이금속 불순물 유기불순물 및 물
산란	고유산란	Rayleigh 산란
	불순물에 의한산란	먼지, 기포
완전성	광섬유구조의 불완전성	심·반사막계면의 불완전성 심지름 및 단면의 불완전성 연선에 의한 분자배향 불균질

공압출 공정에서도 불순물이 들어갈 가능성이 있으며 고분자물질의 흡습성 때문에 압출하기 전에 반드시 건조를 해야 할 것이다. 공압출기의 온도조절과 압출속도에 따라서 심-반사막의 경계면의 상태가 영향을 받으므로 공압출기의 성능이 우수해야 할 것이다. 또한 섬유의 지름이 일정하고 단면의 원형성이 지켜져야만 한다.

다성분계 유리는 SiO<sub>2</sub> 외에 NaO, CaO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등 산화물 분말을 원료로 하며 보통의 유리를 만드는 방법을 약간 발전시킨 것이다. 고분자물질을 반사막으로 사용한 광섬유는 합성석영을 심으로 뽑고 그 위에 실리콘 또는 불소수지를 반사막으로 사용한다. 이와 같이 만든 광섬유는 심의 지름이 200 $\mu$ m 정도가 되는 대용량 광섬유로서 반사막과의 굴절을 차를 크게 하여 다

〈표-2〉 광섬유용재료

광섬유종류	구 성 재 료	사 용 재 료	비 고
석 영 계	심 : SiO <sub>2</sub> GeO <sub>2</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 반사막 : SiO <sub>2</sub> B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , F	SiCl <sub>4</sub> GeCl <sub>4</sub> , POCl <sub>3</sub> SiCl <sub>4</sub> BCl <sub>3</sub> , BBr <sub>3</sub> , CF <sub>4</sub>	Si : 지각중존재비 25.8%  굴절율을 낮춘다.
다 성 분 계	심 : SiO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O CaO, GeO <sub>2</sub> 반사막 : SiO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O CaO, B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiCl <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Ge(C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O) <sub>4</sub> SiCl <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , BCl <sub>3</sub>	정제원료를 사용 (0.1ppm 이하)
석 영 심 플라스틱반사막	심 : SiO <sub>2</sub> 반사막 : 실리콘	SiCl <sub>4</sub> dimethyl dichlorosilane	합성석영유리
플 라 스틱 광 섬 유	심 : PMMA, d-PMMA 반사막 : 불화 MMA 중합체 P(VDF-TFE)	MMA, d-MMA MMA, 불화 MMA	PS도 가능 EVA도 사용

□ 광섬유용 재료

광섬유용 재료가 가져야 할 조건은 안정된 유리상태, 투광성이 높고 내수성, 장기신뢰성 및 무독성이라야 하며 가격이 싸야 한다. 여러 가지 종류의 광섬유를 만들기 위한 재료를〈표-2〉에 나타내었다.

산화물 유리는 그 조성이 SiO<sub>2</sub>가 주성분인 석영계와 기타 여러가지 산화물을 사용한 다성분계로 크게 나눌 수 있다. 석영계에서는 굴절율을 변화시키기 위하여 GeO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, F 등을 미량 첨가한다. 이와 같은 원료는 염화물로서 기상에서 포집함으로써 불순물을 제거하기가 쉽고 기체유량을 제어함으로써 정확한 양의 첨가물을 도입시킬 수 있으며 따라서 굴절율을 정확히 조절할 수 있다.

중모드이며 step index형으로 사용한다.

플라스틱 광섬유는 고분자물질이 가지는 -CH기의 광흡수성 때문에 원거리통신용으로는 사용되지 않고 있지만 굴절율이 다른 많은 종류의 단량체를 단중합 또는 공중합에 의하여 광섬유용 고분자물질을 만들 수 있고 또한 수소대신에 중수소를 사용함으로써 광흡수성을 크게 낮출 수 있다.

□ 광섬유의 제법

◎ 석영계 광섬유

석영계 광섬유의 제조는 기재인 유리봉을 합성하는 공정과 섬유를 만드는 공정으로 나눌 수 있다.

유리봉 기재의 제조법에는 Outside Vapor Phase Oxidation(OVPO법), Modified Chemical

Vapor Deposition(MCVD)법 및 Vapor Phase Axial Deposition(VAD)법 등이 대표적인 방법이다. OVPO법은 알루미늄으로 된 봉의 표면에 유리입자층을 여러번 도포한 후 고온에서 수축시켜 투명유리봉을 만든다. MCVD법은 기체로 된 유리원료를 석영관 밖에서 가열하여 산화된 유리입자를 석영관 안쪽에 축적시킨 후 고온으로 가열하여 투명유리를 만든다. 현재 기술이 가장 발달된 방법으로서 여러가지 조성이 다른 유리의 얇은 막을 석영관 안쪽에 축적시킴으로써 임의의 굴절률 분포를 만들 수 있는 장점이 있다. VAD법은 필요한 화합물을 기체상태에서 산소-수소화염 속으로 도입시킨 후 화염중에서 가수분해에 의하여 생성된 유리미립자를 개시봉의 앞쪽에 붙어주면서 축적을 시킨다. 축적이 되는 입자는 다공질 형태로 커지고 유리입자의 축적으로 길이가 커진 봉을 위로 올려주

면서 원형고온로를 통과하게 하면서 연속적으로 투명유리봉을 제조한다.

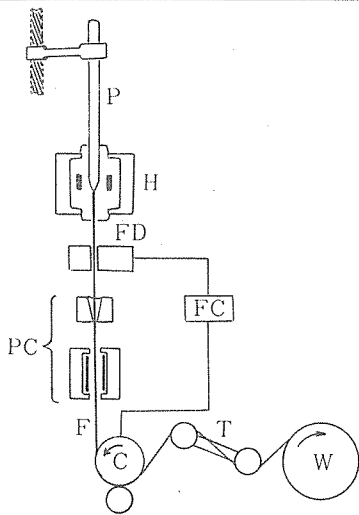
투명 유리봉은<그림-5>와 같은 장치에 의하여 광섬유를 생산하는데 사용된다.

◎ 플라스틱 광섬유

플라스틱 광섬유 제법은 심과 반사막을 형성할 고분자물질을 용융공압출하여 섬유를 양산하고 있다. 심에 대한 반사막의 무게비는 대체로 10 : 0.5~2정도이며 심과 반사막의 지름, 두께 및 원형성이 일정하도록 해야 한다.

그 밖의 방법으로는 심을 먼저 압출한 후 용액 또는 용융상태의 반사막물질을 심에다 도포하는 방법이다. 유리광섬유제조에 주로 사용하고 있는 광섬유용 유리봉의 끝을 가열하여 섬유를 뽑아내는 방법을 플라스틱 광섬유제조에도 사용한 예는 있지만 보편화되지는 않고 있다. 플라스틱 광섬유의 지름은 0.1~3mm 범위의 것이 현재 시판되고 있으며 굴곡성을 향상시키기 위하여 섬유를 형성할 고분자 물질의 분자를 약간 배향 시켜놓는다.

<그림-5> 광섬유제조장치 구성도



- P : Preform
- H : 가열로
- FD : 광섬유지름 측정장치
- PC : 광섬유표면 도포
- C : Gap 제어롤러 G
- F : 광섬유
- T : Tension bar
- W : Winder
- FC : 광섬유지름 제어장치

□ 광섬유의 성능 및 위치

시판되고 있는 광섬유는 석영, 유리 및 플라스틱을 심으로 사용한 것이 있으면 이들의 특성을<표-3>에 나타내었다.

광섬유의 통신이용에서 가장 유리한 이점은 광섬유가 투과율이 높고 또한 광범위한 대역폭

<표-3> 여러가지 광섬유의 특성비교

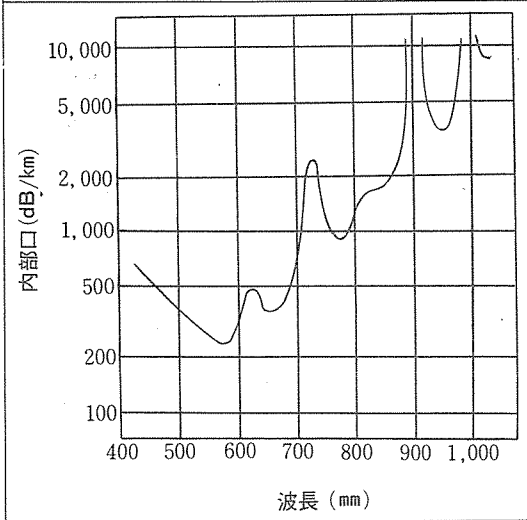
특 성	플라스틱	유 리	석 영
손 실 른 (dB/km)	200~3,000	400~1,000	0.2~100
내열성(℃)	-40~+80	-40~+300	-20~+900
내약품성	나쁘다	중 다	중 다
비 중	1.2	2.4	2.4
유 연 성	중 다	나쁘다	나쁘다
석유지름(μ)	10~3,000	5~100	100~200
가 격	싸 다	비싸다	비싸다

을 갖고 있다는 점이다. 사용되고 있는 광섬유 케이블의 감쇄율은 800~900nm 광파장에서 약 4 dB/km이며 장파장 대역인 1300nm 근처에서는 0.5dB/km까지 내려간다. 이러한 특성의 광섬유 케이블로서는 40Mbit/s의 bit rate 에서 중개기 간의 거리가 10km까지 확장될 수 있다는 것이다.

최근에는 감쇄율이 0.2dB/km 되는 광섬유가 개발되었고 단일모드 광섬유에서는 1300nm 근처에서 약 100Gbit/s까지 가능하다. 이러한 경우에는 통신망 설치에 중개기 경비가 동선의 경우보다 크게 절약되며 wide band 의 경우에는 더 효과적이다.

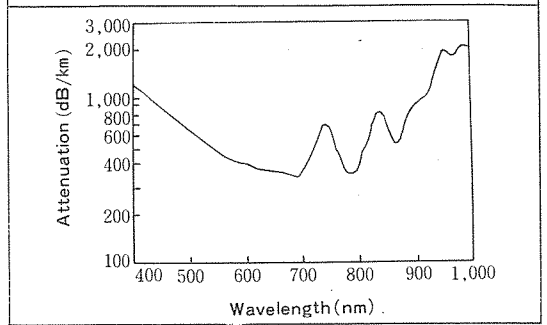
석영이 아닌 유리 광섬유는 위검사용 카메라에 일찍부터 사용되어 왔지만 값이 비싸고 쉽게 끊어지는 단점이 있다. 유연성을 높이기 위해 섬유 굵기를 5~10 $\mu$ m 정도로 가늘게 할 수 있고 NA 값도 크게 하고 내열성 및 내약품성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 표시판이나 장식용 디스플레이용으로도 사용된다.

〈그림-6〉 대표적인 PMMA 플라스틱 광섬유의 장파장에 따른 광손실



플라스틱 광섬유는 석영이나 유리 광섬유에 비해 내열성이나 내약품성이 떨어지고 감쇄율이 크지만 값이 싸고 굵은 섬유도 유연성이 좋으며 가볍고 가공하기가 쉬운 장점이 있다.

〈그림-7〉 중수소로 치환한 D-PMMA의 광손실



플라스틱 광섬유의 대표적인 것으로 PMMA를 심으로 사용했을 때 광파장에 따른 광손실율은 〈그림-6〉과 같다. 380~820nm의 광파장에서는 580nm와 660nm 두곳에서 낮은 광손실을 나타내며 실용화되고 있는 GaAsP의 발광 다이오드(LED)는 광원의 파장이 650nm이므로 PMMA를 심으로 했을 때는 650nm에서의 광손실을 광섬유의 광전달 성능으로 표시한다. 시판되고 있는 플라스틱 광섬유의 광손실은 320dB/km이지만 재료의 선택, 정제 및 공정방법에 따라 광손실을 낮출 수 있고 계면반사를 할 때도 일어나는 광손실을 줄일 수 있다.

〈표-4〉 시판되고 있는 플라스틱 광섬유의 성능

섬유종류	A	B (Du Pont사)	C(Mitsubishi Rayon)
심 재료	PS	PMMA	PMMA
반사막재료	PMMA	불소수지	불소수지
개구수	0.56	0.53	0.50
수광각(°)	68	64	60
광손실율* (dB/km)	1,500	320	300

\* 광원 : A:589nm, B:690nm, C:650nm

탄소-수소 결합의 진동수는 적외선 영역에 속하므로 플라스틱-광섬유의 감쇄율을 이 영역에서 줄이기 위하여 수소를 중수소로 바꾸면 d-PMMA의 광손실은 〈그림-7〉에서와 같이 광투과파장의 창이 파장이 큰 쪽으로 이동한다. 690nm와 790nm로 이동한 광투과창은 650nm의 GaAsP LED 뿐만 아니라 790nm의 GaAlAs LED를 광원으로 사용할 수 있으며 자료전달 장

치에서는 GaAlAs LED를 주로 사용하고 있다. 시판되고 있는 플라스틱 광섬유의 성능은 <표-4>와 같다. 시용한 광원의 파장이 다른 것으 이들 플라스틱 광섬유가 주어진 파장에서 광전달 효과가 크기 때문이다.

□ 광섬유의 용도

석영 광섬유는 저손실, 광대역, 전자파와의 무관성 및 가늘고 가볍다는 특성들 때문에 전기통신용의 동케이블에 비교하여 압도적인 잇점을 가지고 있으며 공중통신 뿐만 아니라 전용통신에도 크게 사용될 것이 기대된다.

광섬유의 공중통신망에의 이용은 음성, 팩시밀, 영상 및 여러가지 자료를 일률적으로 취급할 수 있도록 디지털화할 수 있다는 것이다. 또한 영상통신을 함으로서 광범위한 서비스를 경제적으로 제공하는 통신망을 구축할 수 있다.

공중통신에의 광섬유 이용은 선진국간에 경쟁이 치열하며 우리나라에서도 벌써 이용되고 있다. 즉 장거리의 대용량 기간회선, 도시의 국간의 중계, 해저중계, 가입자 또는 분국내의 전송 등 여러 분야에 도입될 것이 기대된다.

공중통신용 외에 전용통신용으로는 전력, 철도, 지하철 및 고속도로 분야에서 감시제어회선으로 사용될 가능성이 크다. 또한 각종 공장에서의 제어회선으로도 응용될 수 있다. 컴퓨터 주변에서 광섬유의 응용은 컴퓨터 내의 고속신호 전송이라든지 주변장치간 또는 컴퓨터 상호간의 전송 등 컴퓨터 네트워크의 구축에도 응용된다.

광섬유의 전자파 무관성 및 경량성을 이용하여 항공기, 선박 및 원자력발전로 등의 분야에도 응용이 기대된다.

석영 광섬유는 낮은 광손실성을 가지고 있으므로 정보를 원거리로 보내는 목적으로 주로 사용되지만 플라스틱 광섬유는 짧은 거리에서의 빛의 전달에 사용되며 그 용도는 <표-5>와 같다. 특히 석영 광섬유에 비해 유연성이 좋고 충격에 견딜 수 있는 지름이 큰 섬유를 만들 수

가 있으며 가공성이 좋고 가벼우며 값이 싸기 독자적인 용도개발의 여지가 크다고 할 수 있다.

<표-5> 플라스틱광섬유의 용도

분 야	용 도
1. 공업용 조명광의가이드 안 내 관 자 동 차 가 전 제 품 검사, 의료용 정보시스템  특수 분야	안전조명, pin-point 조명 도로, 공공장소 등화모니터, 스위치, 계시판 다이얼스위치, 계시판 광학센서헤드, 영상가이드 카드리더, 팩시밀용콘버터터, 광팬, 자료전달가이드 비점촉온도측정, 발전소의 전 류 및 전압조절, 방법용 울타 리, 고온로의 조절, 위험한 원 자장의 측정
2. 비공업용 장식, 광고  일용품, 완구	옥내램프, 각종 디스플레이, 간판 수예 및 공작용

□ 주변부품

광통신망을 위해 광섬유 케이블 외에도 광섬유간의 연결, 광원 및 수광소자와의 연결이 반드시 필요하다.

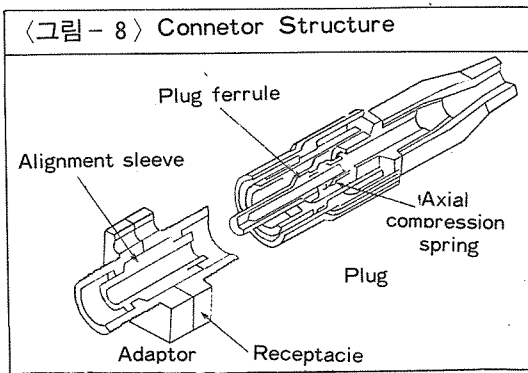
◎ 연결부품

광섬유의 연결은 용착에 의한 영구적인 것과 접촉에 의한 방법이 있는데 광섬유 자체를 연결할 때는 영구용착방법을 주로 쓰고 기기와의 연결에는 접촉방법을 사용한다.

용착연결에서는 전기방전법을 이용하며 이 때 발생하는 열 때문에 석영이 쉽게 결정화하여 강도가 떨어지는 결점을 보완해야 한다. 특별히 고안된 연결부 보강부품에 열수축성 폴리에틸렌 튜브 또는 EVA와 스테인레스 스틸로 구성된 열수축성 튜브가 이용되고 있다. 그 외에도 CFRP나 나일론으로 된 핫멜트를 사용할 때도 있으며 치수 안정성을 얻기 위하여 유리섬유로 강화된 PBT를 사용하기도 한다.

◎ 광 코넥터

광 코넥터는 수시로 연결을 할 수 있도록 고안된 것으로 광섬유의 심과 정확히 접촉이 되도록 설계되어야 한다. <그림-8>과 같은 광 코넥터는 금속재료를 사용하기도 하지만 생산성 때문에 사출성형에 의한 플라스틱 광 코넥터를 많이 사용하고 있다. 플라스틱 광 코넥터를 위한 금형은 높은 정밀도를 가져야 한다. 주로 금속이나 영업재료로부터 정확히 마스터 금형을 만든 후 전기도금법에 의하여 금형을 만들고 있다.



사용하는 고분자재료는 성형에 따른 부피변화를 작게 하기 위하여 유리섬유로 보강한 페놀수지를 사용한다. 요구되는 정밀도는  $\pm 1\mu\text{m}$ 이며 연결손실은 평균 0.53dB이다.

◎ 광회로

광회로용 부품은 얇은 막으로 된 광전달 도파로로서 전기회로와 같은 역할을 하며 광회로의 차단 및 접속을 가능하게 하여 광통신망을 구축하게 된다. 이 분야에서는 고분자재료만이 그 역할을 담당할 수 있는 것으로 알려져 있다.

여기에 사용되는 고분자재료는 광투과율이 높은 PMMA, polyester, polyurethane, 에폭시수지, photo-resist 등을 적당한 용제에 녹여 기판 위에 두께가  $1\mu\text{m}$  이하의 균일한 투명박막을 만든다.

이 투명박막에 광 도파로를 만들 때는 열가소성 플라스틱 쉬트를 가열하여 엠보싱한 후 얻어진 홈에 다른 물질을 채우는 방법 또는 캐스팅에 의해 replica를 얻는 방법 등이 알려져 있

다.

최근에 발달된 새로운 방법은 광중합성 단량체를 투명박막에 침투시키고 질소하에서 광 mask를 통해 자외선을 통과시켜 중합시킨 후 미반응 단량체를 진공에서 가열하여 제거한다. 광중합된 부분은 굴절율이 작은 물질로서 반사막 역할을 하게 된다. 먼지나 다른 결점이 생기지 않도록 다른 재료로 도막을 한다.

□ 광섬유의 전망

급격히 발달되고 있는 광통신 분야에서 광섬유의 전송특성은 재료면에서 보면 이론치의 한계까지 도달했다고 볼 수 있다. 이제 남은 문제는 각 가정에 광 케이블을 연결할 수 있도록 저렴한 제품을 생산하는 데 있다. 또한 광섬유 자체는 많이 발달되었지만 광통신망을 구축하기 위해서는 광섬유의 연결부품 및 광회로 등의 정밀도 및 경제성이 향상되어야 할 것이다.

광섬유를 계측기에 응용할 수 있도록 노력하는 것도 대단히 중요하며 광섬유를 태양광이나 백열등으로부터 나오는 광선을 대량으로 이동시키는 방법에 관한 연구도 필요하다. 실용적인 면에서 보면 광섬유를 이용한 세계적인 통신망을 정비해 두는 것도 중요한 과제이다.

시판되고 있는 플라스틱 광섬유의 광감쇄율은 약 400dB/km이므로 그 용도는 단거리 광에너지 전달매체로 국한되어 있지만 d-PMMA와 같은 중수소로 치환된 고분자 재료는 광감쇄율이 20dB/km까지 내려가므로 중개장치간의 거리를 1.2km까지 넓힐 수 있다. 따라서 가볍고 가공성이 좋으며 굴곡반경이 작을 뿐만 아니라 값이 싼 장점 등을 생각하면 플라스틱 광섬유도 크게 이용될 가능성이 있다.

컴퓨터 이용도가 날로 증가하고 공장의 작업이 자동화되고 있으며 대형건물 속에서 폭주가 예상되는 정보를 쉽게 전달할 수 있는 매체로 등장한 광섬유는 그 용도가 크게 증가할 것이며 일상생활을 더욱 윤택하게 해줄 것이 기대된다.