

〈主 題〉

광통신용 수동광부품 기술 및 시장동향

김 성 구*, 윤 대 원*

(* 전자부품종합기술연구소)

□차 례□

I. 개 요
II. 본 론

III. 결 론

I. 개요

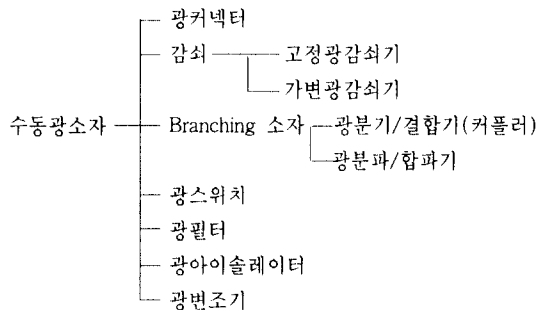
광파이버를 이용한 2점간 통신에는 반도체레이저 및 발광다이오드를 이용한 광전송기와 광파 이버 케이블 및 수광다이오드를 이용한 광수광기 그리고 각각 부품을 접속시키는 기술로 기본구성이 이루어진다. 광파이버 이용은 초기에 대부분 점과 점을 연결하는 1 방향 통신이 주류를 이루었지만, 현재 보급되기 시작한 ISDN에 있어서는 가정까지 광파이버를 연결하는 Fiber-to-the home 이나, 광LAN 및 광CATV와 같은 지역망 등의 광파이버의 이용효율을 극대화하기 위해서 1개 광파이버를 분기, 스위칭, 증폭 및 변조하거나, 1개 광파이버에 다수파장의 광신호를 동시에 전송하는 광부품기술이 요구되고 있다. 광선진국에서는 이러한 광부품을 개발하기 위해서 정책적인 뒷받침으로 개발에 박차를 가하여 왔다. 최근 10년간 일본, 미국등의 광선진국에서는 21세기를 겨냥한 초고속, 대용량 종합정보통신망이 광기술을 바탕으로 실용화되기 시작하였으며, 이러한 본격적인 광통신 관련기술 발전은 오늘날 10 Gbps의 전송시스템을 구축하고 나아가 100Gbps 초대용량 전송시대를 앞두게 되었다.

이와같은 초고속 광통신시스템 구축에 필수적인 수동광소자에는 광분기/결합기의 커플러, 광필터, 광감쇠기, 광커넥터 및 광아이솔레이터 등이 있으며, 본 논문에서는 이러한 광통신시스템 구축에 쓰이는 수동

광부품의 기술동향에 대해서 알아보고 아울러 현재의 시장현황에 대해서도 간략히 조사하여 이해를 돕도록 하였다.

II. 본 론

수동광소자를 용도별로 분류하면 아래와 같이 광커넥터, 광감쇠기, Branching 소자, 광아이솔레이터, 광스위치 및 광변조기 등과 같이 분류할 수 있다. 광분기/결합기나 광분파/합파기는 Branching 소자라고 하며 같은 기능을 수행하기 때문에 여기서는 광분기/결합기에 관하여 언급하였다. 그리고 광변조기는 일부 능동소자로 분류하는 경우도 있어 본 논문에서는 다루지 않았다.



2.1 광분기/결합기(Optical Coupler)

1개 광파이버를 통과하는 광파워를 2개 이상의 광파이버로 분기하는 광부품을 '광분기器'라고하며 역으로 2개 이상의 광파이버를 통과하는 광파워를 1개 광파이버로 결합시켜 출력하는 광부품을 광결합器 또는 광커플러라고 한다. 그림 1(a)에 광분기기를 그림 1(b)에 광결합기의 기본구성을 나타내었다. 광분기기에는 광파이버에서 단자 p1에 입사한 광은 분기되어 단자 p2와 단자 p3에서 출사된다. 광결합기에는 2개의 광파이버에서 단자 p1과 단자 p2에 입사한 광은 결합시켜 단자 p3로 출사된다. 이와같은 광분기기와 광결합기를 사용하면 광파워를 1개 입력에서 복수출력으로 분기하거나, 복수입력을 1개 출력으로 모을 수 있다. 다수 광결합기는 입력단자와 출력단자를 역으로 하여 광결합기로서도 사용가능하다. 따라서 광결합기와 광분기기간에 구별은 명확하지 않다.

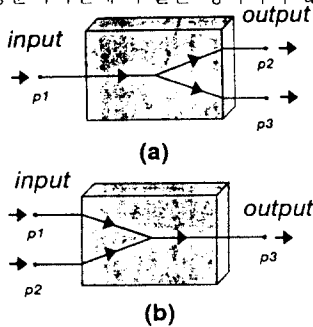
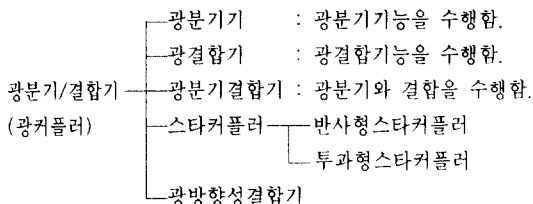


그림 1. 광분기기와 광결합기의 기본구조
(a) 광분기기 (b) 광결합기

광분기결합기의 분류(일본 JIS 규격)는 일반적으로 다음과 같이 분류된다.



광분기/결합기에는 광분기기와 광결합기 외에 스타커플러와 광방향성결합기가 있다. 스타커플러에는 반사형스타커플러와 투과형스타커플러가 있으며, 반사형스타커플러는 N개 단자 내에 어느 단자에 광을 입사하더라도 나머지 N-1개 단자에 광이 출사되는 광부품을 말한다. 투과형스타커플러는 M개 입력단자내 어느단자에 광을 입사시켜도 별도로 제작된 N개 출

력단자에 광이 출사되는 광부품을 말한다. 그림 2(a)에 반사형스타커플러를 그림 2(b)에 투과형스타커플러 등의 기본구조를 나타내었다.

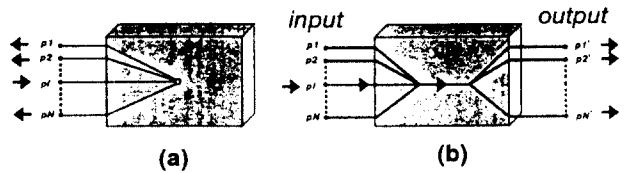


그림 2. 스타커플러의 기본구조
(a) 반사형스타커플러 (b) 투과형스타커플러

그리고 광분기/결합기에는 미소광학소자형과 광파이버형 및 광도파로형이 있다. 미소광학소자를 이용한 광분기器는 그림 3에 나타내었다. 그림 3(a)는 하프미러를 이용한 예이고 그림 3(b)는 로트렌즈와 반투과막을 이용한 예이다. 그림 3(a)에서 단자 p1에서 입사된 광파워는 로트렌즈에 의해 평행광선으로 변환된 뒤 하프미러에 의해서 투과광과 반사광으로 분류된다. 투과광은 로트렌즈에 집속되고 단자 p2와 p3로 출사된다. 그림 3(b)는 단자 p1에서 로트렌즈에 입사시킨 광은 로트렌즈 중앙부에 삽입시켜 반투막에 의해서 투과광과 반사광으로 분리되고 단자 p2와 단자 p3로 출사된다.

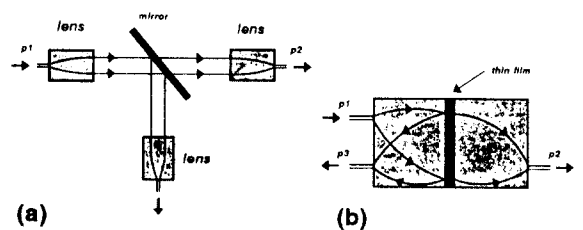


그림 3. 미소광학소자를 이용한 광분기器
(a) 하프미러 형태 (b) 로트렌즈 형태

광파이버를 맞대어 접속시키거나, 2개 이상의 광파이버를 융착시켜 인장하면 광분기/결합기가 가능해진다. 그림 4에 광파이버형 광분기/결합기를 나타내었다. 그림4(a)는 1개의 큰지름 광파이버와 3개의 작은 지름의 광파이버를 맞대어 접속시킨 광결합기의 예이

다. 3개의 광파이버 코어는 큰 직경의 광파이버 코어와 접속시키기 때문에 광결합기로서 저손실로 제작할 수 있지만, 광분기기로서 사용하면 삽입손실이 크다. 그림4(b)는 광파이버 3개를 묶어 가열용융시켜 중앙부를 미세하게 인장하면서 전송모드를 결합시키면 용융테이퍼형 3×3 통과형스타커플러를 만들 수 있다. 광파이버를 2개로 묶어 가열인장한 2×2 용융테이퍼형광분기결합기 제작이 용이하기 때문에 멀티모드용과 싱글모드용 공히 시판되고 있다. 광분기/결합기는 넓은 파장대역에서 평탄한 특성을 갖기 때문에 싱글모드용의 용융테이퍼형광분기/결합기가 널리 사용되고 있다.

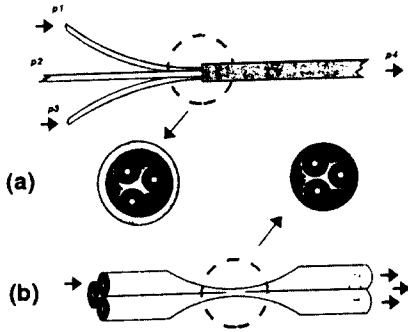


그림 4. 광파이버형 광분기결합기
(a) 접속형 (b) 용착형

일반적으로 방향성결합기는 2×2(4단자) 또는 2×1(3단자) 통과형스타커플러라고 불린다. 그림5에 4단자 방향성결합기의 기본구조를 나타내었다. 방향성결합기는 다양한 분배망의 가장 기본적인 구성부품으로 그 제조방법에 따라 광섬유형과 평면도파로형이 있다. 현재 가장 보편적으로 사용되는 것은 값이 저렴하고 신뢰성이 우수한 광섬유형 방향성결합기이다. 평면도파로형은 광섬유형에 비해 제조공정이 복잡하고 평면도파로와 광섬유간의 결합부위의 신뢰성이 다소 취약하여 지금까지 실용화에 어려움을 겪고 있다. 그러나 평면도파로형의 제조공정은 기판을 모체로 한 일괄작업이 가능하기 때문에 양산성이 우수하며 Photolithography를 이용하여 소자구조를 형성함으로써 분기수가 많거나 복잡한 구조의 결합기를 좁은 면적

에 쉽게 구현할 수 있다. 최근에는 glass 계 기판을 이용한 평면도파로형 방향성결합기에 대한 상품화가 점진적으로 이루어지고 있다.

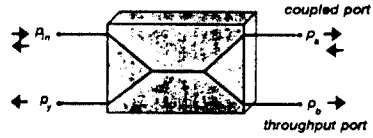


그림 5. 4단자 방향성결합기

소자를 평가하는 인자로서 삽입손실, 지향성, 초과손실, 분기율등이 있으며 그 정의와 측정은 다음과 같다. 삽입손실(Insertion Loss)은 입력단자와 전송될 단자사이에서의 광신호의 손실을 나타낸다.

$$\text{Insertion Loss} = -10 \text{ Log } (P_a/P_{in})$$

$$\text{또는 } -10 \text{ Log } (P_b/P_{in})$$

초과손실(Excess Loss)은 결합기내부에서의 광신호 손실을 나타내는 것으로 복사, 산란 및 결합등에 의하여 발생하는 신호손실을 모두 포함한 것이다.

$$\text{Excess Loss} = -10 \text{ Log } ((P_a+P_b)/P_{in})$$

지향성(Directivity)은 입력단자와 격리를 필요로 하는 단자간의 신호손실을 나타낸다.

$$\text{Directivity} = -10 \text{ Log}(P_y/P_{in})$$

이상적인 결합기에는 $P_y=0$ 이며 내부에서의 전력 손실이 없기 때문에 “ P_a+P_b ” 는 P_{in} 이다. 단자 a와 단자 b 사이에서의 전력은 입력신호의 크기와 같게 되어 초과손실은 0dB가 된다. 현재 사용되고 있는 우수한 방향성결합기들의 경우, 0.5dB 보다 적은 초과손실과 40dB 보다 큰 지향성을 갖는다. 분기율은 P_b/P_a 로 2개의 출력단자간의 신호크기의 비율을 나타낸다. 결합비라고 부르는 분기율은 용도에 따라 다르게 제작하며 P_a 와 P_b 가 같은 경우의 결합비는 1이며, 이 경우, coupled part 에서 본 삽입손실은 3dB가 되어 이를 3dB 방향성 결합기라고 부른다.

외국의 경우, 미국 일본등의 선진국에서는 수년전부터 방향성결합기를 생산, 판매하고 있으며 국내에

서는 전자부품종합기술연구소(KETI)에서 기술을 전수받고 있는 두일산업, 동욱전자, 한양정공 등에서 96년 하반기에 제품을 생산할 계획으로 있다. 도파로형은 대표적으로 미국의 Photonic Integration Research社에서 평면도파로형 방향성결합기의 제품을 개발하여 시판 중에 있다.

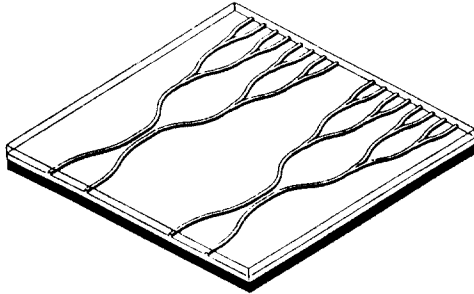


그림 6. 평면도파로형 2×8 방향성결합기를 응용한 광집적회로 CHIP 도면

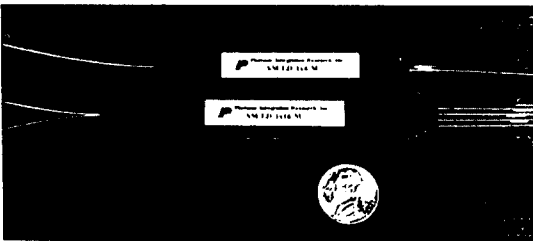


그림 7. 평면도파로형 1×4, 2×16 방향성결합기 패키지 외관

우선 실리콘이나, fused quartz 유리기판의 표면에 Ge-doped 실리카유리를 증착시켜서 그림6과 같은 chip을 제작한다. 이때 원하는 회로의 패턴은 photolithography 와 reactive ion etching 기술을 이용하여 다양하게 형성할 수 있다. 동일기판상에 복잡한 구조의 결합기를 대량으로 만들 수 있어 양산성이 우수한 장점이 있다. 그림 7은 패키지가 완성된 1×4 및 2×16 방향성결합기의 외관을 보여주고 있다. 동일규격의 경우, 평면도파로형결합기가 광섬유형에 비교하여 훨씬 그 부피가 적음을 알 수 있다.

싱글모드용으로 현재 망구성에 활용하고 있는 것은 대부분 광섬유용착형이고 미국 광통신망 기본구성에 서도 2×4, 1×4 등이 기본적으로 사용하고 있다. 향후 저차수의 단일모드형은 광섬유 용착형이 경쟁력이 있을 것으로 생각되나, 용착형은 품질안정성에 개선해야할 점이 있으며 다분기가 되면 도파로형이 유리하다. 광커플러는 현재 이용되고 있는 분야는 광 LAN, 광계측기기, 광센서등에 이용되고 있으며 최근에는 EDFA(Erbium Doped Fiber Amplifier)의 부품으로 수요가 증가하고 있어 2000년대에는 광통신분야의 B-ISDN 및 N-ISDN, 광CATV 등의 광가입자망과 광LAN 등의 네트워크를 위한 광회로부품으로 그 수요가 급증할 것으로 전망된다. 광커플러의 해외기술수준은 성숙단계이며 현재 다양한 제품이 상품화되어 있다. 상품화로서 광파이버형 광커플러는 비교적 경제적이고 특성이 우수한 장점이 있으나, 4×4 이상의 분기가 어렵고 집적화가 어려운 단점이 있어 이에 대한 특성개선 및 광도파로를 이용한 소자개발이 활발하게 추진되고 있다. 광도파로형은 실리콘계, 유전체계 및 화합물반도체 재료등의 기판을 이용하기 때문에 집적화가 가능하고 대량생산 할 수 있어 주목받고 있다. 광도파로형은 저가격화가 가능한 유리계 및 집적화에 유리한 실리콘계가 상품화로 이어지고 있다. 이러한 광도파로형 광커플러는 LPCVD, FHD 등을 이용한 공정기술과 패키징기술이 요구된다.

이외에 파장을 분배합성하는 WDM용 광커플러가 개발되어 상품화되어 있으며, 파이버형 광커플러의 주요상품이다. 현재까지 널리 사용되고 있는 인장예 의한 용융테이퍼기술을 이용한 광파이버형으로 2×2를 기본으로 16×16까지 상품화되어 있다. 4×4 이상의 경우, 주로 2×2를 기본으로한 네트워크구조이다. 단일공정으로 최대 4×4 혹은 1×7 광커플러가 상품화되고 있으며 그 이상에 대해서도 꾸준한 연구가 이루어지고 있다.

최근 KETI에서는 광파이버형 커플러 제작을 완료하고 기술이전을 실시하고 있으며 광도파로형 광커플러 제작에도 연구를 추진중이다. 향후 광커플러는 광파이버형과 광도파로형이 가격과 특성면에서 경쟁할 것으로 보인다. 현재 광커플러시장은 꾸준한 상승세로서 수많은 제품이 출시되고 있으며 FTTH가 예측되는 2000년대 가입자망을 중심으로 시장규모는 확산될 것이다. 1993년도 후지키메라연구소가 예측한 시장규모추이는 다음과 같다.

단위 : 수량(천개), 금액(백만원)

적요 \ 연도	1992	1994	1996	2010
국 내 판 매 량	11,600	13,900	16,050	38,500
국 내 판 매 액	1,210	1,740	1,670	4,000

1996, 2010년도는 예측치임

아래 표에는 지금까지 광커플러를 생산, 판매하는
주요업체의 제품특성에 관해서 요약하였다.

이외에도 세계적으로 약 30개사에 달하는 업체가
광커플러 시장에 참여하고 있다.

업체명	구 조	결합수	손실(dB)	분지편차	특 징
3M	용융테이퍼형	2×2	< 0.3	±5%	PMF
Sumitomo	용융테이퍼형	2×2	< 0.2	±5%	
	네트워크형	1×8	< 0.2	±5%	
EXB	용융테이퍼형	2×2	≤ 0.15	≤ 0.9dB	
Shimadzu	도파로형	1×2	≤ 1.5	≤ 1.0dB	SM
	용융테이퍼형	1×2	≤ 0.3	±4%	
	미세광학소자형	1×2	≤ 2.0	≤ 1.5dB	
Fujikura	용융테이퍼형	2×2		±7%	
	용융테이퍼형	2×2	≤ 0.5	±2%	
BT&T	용융테이퍼형	2×2	≤ 0.2	5%	
	용융테이퍼형	2×2	≤ 0.2	2%	
AOFR	용융테이퍼형	2×2	≤ 0.1	±2%	
	용융테이퍼형	2×2	≤ 0.1		
	네트워크형	16×16		2.1dB	
GOULD	용융테이퍼형	2×2	≤ 3.4	≤ 0.6dB	
	용융테이퍼형	4×4	≤ 3.6	≤ 0.8dB	
	네트워크용	2×16	≤ 15.1	≤ 4.4dB	
HITACHI	도파로형	1×2		≤ 1.0dB	Si
	도파로형	16×16		≤ 4.0dB	
	도파로형	1×2	≤ 0.6		
PIR	도파로형	1×2			
	도파로형	16×16			
	도파로형	2×2			
	도파로형	2×16			
Corning	도파로형	2×16			
	도파로형	1×2			
E-TEK	용융테이퍼형	2×2	≤ 0.1	±1%	
	용융테이퍼형	3×3	≤ 0.2	±2.5%	
	네트워크형	1×16	≤ 1.0	±0.8%	
	네트워크형	16×16	≤ 1.5	±2.5%	
JDS-FITEL	용융테이퍼형	1×2	≤ 0.7	±5%	

2.2 광감쇠기(Optical Attenuator)

TV나 라디오의 음량은 가변저항기로 조절한다. 즉 가변저항기의 저항치를 변화시킴으로서 스피커에 흐르는 전류를 조절한다. 광회로에서도 이와같이 어떤 소자에 공급하는 광파워를 조절하기 위해서 광감쇠기를 이용한다. 광감쇠기는 전기회로의 저항기와 유사하고 저항기가 저항을 변화시켜 전류치를 변화시키듯이 감쇠기는 투과하는 광파워를 감쇠시킨다.

광시스템에서보면 광출력이 강할 수록 장거리를 전송할 수 있지만 이미 설계조건상에서 수광소자의 입력신호가 클때 에러를 발생할 우려가 존재하게 된다. 따라서 광시스템 설계시 광의 세기에 대한 고려를 해야하며 어떤 크기만큼의 광의 세기를 감쇠시킬 필요가 있다. 광감쇠기는 입사한 광의 강도에 대한 일정량의 광손실을 부여하여 감쇠된 광을 출사시키는 수동광부품으로서 주로 수광소자부에서 입사하는 광강도를 최적값으로 조정하기 위한 광소자로 사용된다.

저항기에는 그 수치가 고정된 고정저항기와 저항치를 변화시킬 수 있는 가변형이 있듯이, 광감쇠기에서도 기능면에서 볼때 광에 일정한 크기의 감쇠량을 부여한 고정감쇠기와 감쇠량을 가변할 수 있는 가변광감쇠기로 구분된다. 그림 8에 고정감쇠기(a)와 가변감쇠기(b)를 나타내었다. 고정광감쇠기(a)의 경우, 경사지게 절단한 광파이버의 단면에 크롬이나 금속막을 증착시켜 놓고 입사시킨 광파워의 일부는 금속막에 의해서 흡수된다. 일부반사된 광파워는 경사방향으로 반사되는데 역방향으로 가지않고 방사된다. 금속막막의 두께를 변화시키면 흡수량을 변화시킬 수 있고 이러한 고정감쇠기의 감쇠량은 3, 6, 10, 20dB 정도로 조절가능하여 미세 조정용으로도 가능하다.

광파이버의 단면에 금속박막을 직접 증착시키는 대신에 금속박막을 증착시킨 박막유리를 삽입시킨 형태도 있다. 이 경우에 1쌍의 광파이버를 V형 홈 중심에 고정시키고 경사적으로 절단하여 그 슬릿중앙에 박막유리를 삽입한다. 이렇게하면 광 파이버의 코어에 흠여긋남이 생기지 않는다. 이 경우도 광파이버를 경사지게 절단하는 것은 역시 반사광을 막기 위함이다. 가변광감쇠기(b)는 렌즈에 의해서 입사광을 평행광선으로 하고 경사진 흡수체에 감쇠시키고 투사광은 렌즈로 다시집속하여 파이버로 출사하게 만든다. 가변광감쇠기는 10dB에서 20dB정도까지 연속적으로 가변할 수 있는 것으로 현재 상품화로 출시되고 있다.

광감쇠기의 용도면에서 볼때, 가변광감쇠기는 주로 수광소자의 감도특성 측정을 위한 광수신기로의 입력

레벨조정 등의 계측기의 광소자로서 주로 사용되고 있다. 고정감쇠기는 예로서, 매우 수광강도가 크게되면 파괴될 우려가 있는 광시스템에 이용되며, 고정감쇠기는 제작이 가변감쇠기에 비해 간단하지만 증계기에 내장되든가, 시스템의 일부로 이용되는 것이 많기 때문에 소형, 정량화가 요구된다.

싱글모드용 광섬유는 단면직경이 125 μ m 정도이고 광신호가 전달되는 영역인 코어는 직경이 8-9 μ m 미세한 단면을 갖기 때문에 광섬유의 결합시 대부분의 경우 misalign에 의해 광학손실로 기본감쇠가 존재한다. 광파이버의 불일치에 따른 커플링손실은 종류에 따라 Longitudinal loss, Lateral loss, Angular loss 등이 있으며, Longitudinal loss는 광섬유사이의 거리를 변화시켜 감쇠를 얻는 방법이고 60dB 이상의 감쇄를 얻을 수 있다. Lateral loss를 이용한 감쇠기는 광파이버 하나를 고정시키고 lateral 방향으로 두 광파이버를 불일치시키는 방법이다. Angular loss를 이용한 광감쇠기는 두 광파이버의 각도를 변화시켜 광감쇠를 일으키는데 다른 형태보다도 backreflection이 작아지는 장점을 갖고 있으나, 각도에 따라 그 감쇠량이 심하게 변화한다.

광섬유를 결합할때 발생하는 결합손실로 광감쇠기를 많이 제작하지만 광섬유의 구부림을 이용한 것도 있다. 광파이버 코어를 통해서 전송되는 광신호는 코어와 클래드사이 경계면에서 전반사되어 코어속을 진행한다. 이때 싱글모드인 코어의 경우, 광신호가 코어를 전반사하는 임계각도는 법선에 대해 85° 정도 이상이어야 함으로 만일 광섬유를 구부리면 전반사를 벗어나 클래드로 광이 누출된다. 이 점을 이용해 감쇠를 얻어낼 수 있다. 또 광파이버사이에 액정을 삽입하고 외부전원에 의해서 투과율을 조절하는 방법도 있다. 또 다른 방법으로 두 광파이버 사이에 렌즈를 각각 부착하여 평행광으로 만든 후에 광을 감쇠시키기 위해서 렌즈사이에 광감쇠 필터 혹은 차단제를 넣어 광감쇠를 얻는다. 그러나 렌즈의 사용으로 그 가격이 상승하게 되는 단점이 있다.

광감쇠기는 다른 커넥터와 실장효과를 높이기 위해서 in-line type, pigtail type, bulk head type등의 외형을 갖는다. in-line type은 광감쇠기에 직접 커넥터 또는 어댑터의 연결이 가능하며 pigtail type은 감쇠기에 광파이버가 연결되어 있는 것으로 그 끝에 광커넥터가 연결된 것도 있다. bulk head type은 광어댑터의 형태를 취하는 것으로 어댑터 속에 광감쇠기가 장착되어 있다. 일반적으로 광감쇠기는 선로에 삽입되었

을때 감쇠기에서 입력측 광파이버로 back-reflection이 발생한다. 이를 보완하기 위해서 입력측 및 출력측 광섬유 단면에 무반사 코팅을 하던가 광 파이버 단면을 경사지게 하여 그 영향을 줄이고 있다. 이때 경사면의 각도는 4-12° 정도이다.

광감쇠기는 일본, 미국과 유럽을 중심으로 기술개발이 이루어져 왔고 다가오는 2000년대 광부품의 폭발적인 증가에 대비해 다양한 기능과 신제품 개발에 박차를 가하고 있다. 전체적으로 back-reflection의 최소화 및 경량화 그리고 저가격화에 초점이 맞추어져 있다. 지금까지 상품화된 대표적인 형태는 air gap 을 이용한 형태로 일본 Seikoh Giken社 제품을 들어볼 수 있으며 두 광파이버사이에 공극을 두어 광감쇠를

시키는 형태이다. 불필요한 back-reflection을 줄이기 위해 파이버 끝면을 경사지게 연마한 형태가 제품으로 나오고 있다. 또한 고가이긴 하나 광학렌즈를 이용한 형태가 일본 NEC社 Anritsu社 등에서 출시되고 있으며 두 광학렌즈사이에서 필터를 이용 감쇠시키는 방법이다. 그리고 ferrule 사이에 감쇠필터를 삽입한 형태로 일본 NEC社, NTT社에서 출시되고 있다. 광감쇠기는 광통신시스템 구축에 필수적인 부품으로서 가까운 장래에 안정된 수요가 예측된다. 세계시장은 일본시장의 3배정도로 추산되며 국내시장은 일본의 1/10정도이다. 1993년 예측된 일본의 광감기 시장규모는 다음과 같다.

국내에서 광감쇠기 시장은 조금씩 성장하고 있으

단위 : 백만원

구 분	1990	1991	1992	1993	2001
총생산액	2,200	2,400	2,500	2,750	4,700

(자료 : 일본 FMC)

며, 현재 KETI에서는 광감쇠기에 대한 제작기술을 확보하고 국내 두일산업, 한양정공 및 동욱전자등에 기술이전을 실시하고 있다.

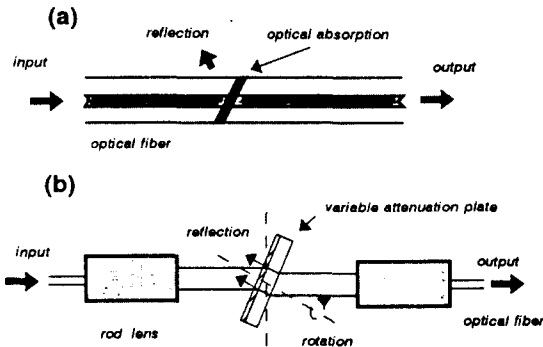


그림 8. 고정광감쇠기와 가변광감쇠기의 예
(a) 고정광감쇠기 (b) 가변광감쇠기

2.3 광필터(Optical Filter)

파장가변필터에 대한 필요성과 연구의 진전으로 여러가지 종류의 광필터가 개발되어오고 있다. 현재 광필터를 만드는 방법에 따라 광필터의 특성이 크게 변화하기 때문에 용도와 목적을 고려하는 파장가변필터에 대한 이해가 필요하다. 필터라고 함은 파장영역에

서 임의의 파장만을 선택하여 투과시킨다는 것이고 파장가변이란 통과대역의 파장을 변화시킬 수 있음을 말한다. 따라서 파장가변필터를 사용하면 파장다중된 광신호 중에서 임의의 광신호를 선택함으로써 기존광 전송과는 다른 구조로 광시스템을 형성할 수 있다는 장점이 있다. 기존의 전송방식에서는 전송용량 증대를 시키는 방법으로 펄스변조의 속도를 증가시켜 그 수요를 대응해 왔으며, 다채널간의 전송은 시분할다중화(TDM:time division multiplexing) 방식을 사용하고 있다. 이러한 방식은 10 Gbps가 기술적, 경제적인 계로 인식되고 있으며 정부가 추진 중인 2015년까지 100Gbps급 광전송을 실현하기 위해서는 새로운 기술이 도입되어야 한다. 우선적으로 고려되고 있는 것은 광섬유의 넓은 전송대역폭을 이용한 파장분할다중화(WDM:wavelength division multiplexing)와 광주파수 분할 다중화(OFDM:optical frequency division multiplexing) 전송방식이다. 채널간 파장간격이 수십-수백 nm 정도로 전송신호의 대역폭보다 훨씬넓은 경우를 WDM 이라고 하고 인접채널간의 파장간격을 더욱 좁혀 1nm 정도일때를 Dense WDM 이라고하며 채널주파수 간격이 전송신호의 대역폭과 유사한 경우를 OFDM 이라고 한다. 파장영역의 광대역성을 이용한 광시스템의 광소자로는 파장가변송신기, 파장다중화기, 파장역다중기 및 파장가변필터 등이 있는데 그 중에서도 파장가변필터는 파장다중된 광신호처리에서

매우 중요하다.

WDM/OFDM 전송시스템에서 원하는 채널의 선택을 위해서는 빠른 동조속도와 높은 안정성을 갖는 가변주파수/파장필터(Tunable Bandpass Filter)가 반드시 필요하게 되며 광필터의 성능향상과 다양화는 광다중화방식의 발전을 가능케하는 요소가 된다. 이러한 가변광필터를 사용하면 WDM/OFDM 전송방식은 매우 좁은 대역폭을 갖는 광원을 사용하여 광주파수 및 위상에 정보를 실는 코히어런트 방식으로서 광섬유의 광대역성과 광파의 높은 주파수 대역에서 파장 및 주파수분할 다중화를 통한 전송 및 교환량의 증대가 가능하며 TDM 에서의 고속화한계를 극복할 수 있다. 현재 좁은 선폭의 레이저개발과 스타커플러와 광섬유증폭기 등과 같은 주변도자공급이 가능함에 따라서 점대점 전송범주를 넘어선 광가입자 루드나 다중접속통신망, 광LAN, 광CATV, HDTV 분배시스템 등 대용량정보 서비스를 위한 통신망 구성이 가능하며 향후 100Gbps급 OFDM전송의 핵심소자로 기대되고 있다.

전송된 신호로부터 한채널을 선택하는 방법으로 파장가변레이저를 국부발진기로 사용하여 코히어런트 검파하는 방법과 하나의 파장 및 주파수를 선택적으로 투과하는 광필터를 사용하는 방법이 있으나, 파장가변형 레이저는 너무 고가임으로 가변광필터를 이용하는 방법이 폭 넓게 이용되고 있다. 그림 9는 채널과 파장가변필터와 관계를 나타낸 것이다. 파장갯수는 가변범위를 채널간격으로 나눈것으로 가능한 많은 채널을 수용하기 위해서 파장가변필터의 가변범위는 넓을수록 좋고 채널간격은 좁을 수 록 좋다. 가변범위는 파장가변필터의 특성에 의해서 결정되나, 채널간격은 파장가변필터의 특성, 변조방법, 광송신기선폭 및 필터투과모양 등으로 결정된다.

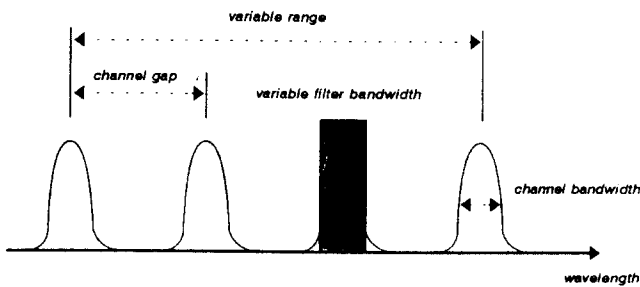


그림 9. 채널과 파장가변필터와 관계

그림 10에 높은 finesse와 기계적인 안정성등으로

인해 상업적으로 많이 이용하고 있는 광섬유 Fabry-Perot 필터 구조를 나타내고 있다. 이 광섬유필터는 두개의 마주하는 광섬유 단면에 고반사의 미러코팅을 하여 공진기를 구성한 후 특정 공진길이에서 원하는 파장의 광이 광출되도록 하는 방법을 이용한 것이다. 그림에서와 같이 길이가 L 이고 굴절율이 n 인 물질을 반사율이 R 인 거울이 앞뒤로 둘러싼 모습을 하고 있다. 입사된 빛은 두 거울안에서 연속반사되며 매반사마다 약간의 빛이 투과되는데 투과된 빛들과 간섭현상으로 인해 일정파장간격에서 공명이 일어나고 투과율이 100%에 가까운 최대치가 주기적으로 나타나는 투과함수들이 나타난다. 연속된 공명최대치간의 거리를 FSR(free spectral range)이라하며, FSR은 Fabry Perot 필터의 가변범위를 뜻한다. 최대공명치의 파장을 가변하기 위해서는 공명조건을 바꾸어 주어야하며 공명조건을 바꾸기 위해서는 두 거울간격을 조정하거나 물질의 굴절율을 조정하면 된다. 전자는 두거울을 PZT 부착하여 전압을 걸어주면 PZT 팽창에 의해 파장가변이 가능하고 후자는 액정물질을 채워 전압을 걸어주면 전압에 대한 굴절율변화에 의해서 파장가변이 가능하다.

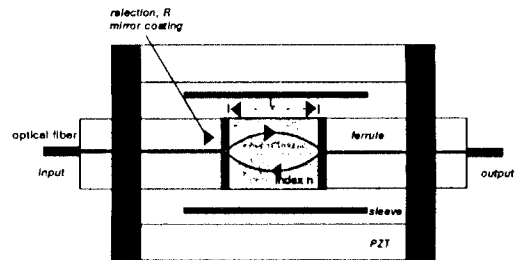


그림 10. 광섬유 Fabry Perot 필터

Sliding tuning을 이용한 파장가변필터는 빛이 지나가는 길에 다층박막을 증착하여 파장필터를 만든 지지대를 직각으로 정렬한 모습으로 되어 있다. 다층박막을 이용한 파장필터는 다층박막에서의 반사, 투과된 빛들간의 간섭현상을 이용한 것으로 파장가변은 지지대 상하를 투과파장이 다른 다층박막을 코팅하여 정밀모터로 움직여 파장가변을 일으킨다. 모드커플링을 이용한 파장가 변필터에는 커플링되는 모드종류에 따라 편광모드(polarization mode)변환필터와 공간모드(spatial mode)변환필터로 구분된다. 편광모드변환필터는 광도파로에서 섭동에 의한 TE모드와 TM모

드간의 모드커플링을 이용한다. 공간모드필터는 섭동에 의해서 이중모드광섬유에서 일어나는 모드간의 커플링을 이용한 것이다. 모드커플링을 이용한 파장가변필터의 장점은 음광(acousto-optic)효과를 이용하는 경우 빠른 가변속도 넓은 가변범위, 동시다수의 파장필터링이며 전광(electro-optic)효과를 이용하는 경우는 매우 빠른 가변속도이다. 특히 공간모드변환필터는 광섬유형태임으로 낮은 삽입손실, 낮은 편광의존성의 장점이 있다. Mach-Zehnder 간섭을 이용한 파장가변필터는 두개의 3dB 커플러 사이로 빛이 지나가는 광도파로 중 한쪽에만 위상이동기가 있는 형태로 이동기를 거친후 다시 3dB 커플러에서 다시 합쳐지는데 빛의 파장과 위상 및 이동기의 길이에 따라 파장가변필터의 특성을 갖는다. 이러한 Mach-Zehnder 파장가변필터는 Optical Planar Circuit 기술이 필요한데 이것의 장점은 가변범위, 채널간격, 응용성등이 우수하다.

가변광필터는 Fabry-Perot 간섭계 또는 Mach-Zehnder 간섭계를 이용하여 제작이 가능하나 주로 Fabry-Perot 형 광필터가 주종을 이루고 있다. 가변광필터는 채널선택성 방식에 따라 다양한 연구결과와 제품이 선보이고 있다. 미국의 Micron Optics사와 영국의 Queensgate 그리고 캐나다 JDS-FITEL사 등에서는 PZT 변위소자에 의한 공진거리의 미세조정방식과 공진기에 내부격자를 삽입하여 입사각의 변화를 발생시키는 방식의 필터가 개발되었고, 일본 Santec사에서는 공진기내부의 굴절율변화에 따라 채널선택성을 갖도록 하는 제품이 출시되었다. 또한 편광에 무관한 특성의 광필터를 개발하기 위해서 공진기내에 액정을 넣어 인가전압에 따른 굴절율변화를 일으키도록 하는 방식이 미국 Advanced Optonics사에서 연구되고 있다. Sliding tuning을 이용한 파장가변필터는 Santec사가 특허권을 가지고 제작판매하고 있으며 모드커플링을 이용한 파장가변필터는 Brimrose와 New Focus사가 제작 판매하고 있다.

국내에서 아직까지 이 분야에 대폭적인 기술개발에 투자하는 기업은 없었으나, 국내 Fiber Pro가 공간모드변환필터에 대한 특허권을 가지고 제작판매하고 있으며, 최근 KETI에서 광파이버형 Fabry-Perot형 광필터 기술을 개발중에 있으며 기술이전 대상업체를 선정하고 있다.

2.3 광아이솔레이터(Optical Isolator)

레이저 다이오드는 시스템으로 되돌아오는 에너지

에 특히 민감하다. 반사된 광은 방출된 광속에 잡음을 증대시키고 전체시스템의 성능을 저하시킨다. 되돌아오는 광은 레이저 공동에 도달하여 그 곳에서 증폭되고 레이저동작에 참여하는데 이러한 에너지는 레이저공동에 있는파와 동위상이 아님으로 레이저 출력광 위상을 변화시켜 시스템 잡음을 증대시킨다.

광아이솔레이터는 광전송방향으로는 광을 투과하고 즉 입력투사단자에서 출력단자로 가는 정방향의 광에 대해서는 저손실로 전송하며, 그 역방향에 대해서는 고손실을 유발시킴으로서 빛의 역류를 막고 빛의 재결합을 막아서 시스템의 동작을 안정하게 유지시켜주는 광부품이다. 레이저다이오드에서 출사한 광원은 광전송방향으로 진행하면서 광파이버가 접속되는 커넥터에서 반사광이 생기거나, 각종소자와 접속시에 광이 역류하여 반사성 노이즈를 일으키는데 이를 억제하는 부품으로 특히 반사광이 문제시되는 1Gbps 이상의 광통신과 고감도센서에서 필수적인 광부품이다.

광아이솔레이터는 편광자(polarizer), 검광자(analyzer) 및 Faraday Rotator로 구성되어 있다. 편광자와 검광자는 종전에 방해석(CaCO₃)를 이용하였으나, 현재는 유기박막, 수정, 편광빔스프리터 등을 사용하고 있다. 원리는 한쪽방향의 특정편광만 통과시키고 상대적으로 수직인 편광은 통과하지 못하도록 하는 것으로 편광자와 검광자의 중요파라미터는 투과하는 편광과 수직인 편광광의 소광비(Extinction Ratio)이다. 그림 11과 같이 입력측 Polarizer는 편광자, 출력측 Polarizer는 검광자라고 하며 이것들은 광의 특정방향만을 통과시키고 Faraday 소자는 통과하는 광의 편광면을 회전시키는 역할을 한다. 광원에서 나온 광은 광전송방향으로 진행하여 파라데이 회전자에 입사되면 45도 회전하여 검광자를 통과한다. 그런데 검광자를 통과하는 광은 전송도중에 광코넥터등에 반사되어 역방향으로 진행하게 된다. 이때 역방향으로 진행하는 반사파는 파라데이 회전자에 입사하여 다시 45도 회전하게되어 전체 90도로 회전하게 된다. 따라서 90도 회전된 반사파는 편광자에 의해서 차단되 버리는 것이다. 광아이솔레이터 핵심부분은 파라데이 회전자로서 광이 자기광학재료를 통과하면서 광의 편광면이 회전하는 파라데이효과를 이용한 것이다. 광아이솔레이터의 내부는 자기광학재료로 이루어지며 외부는 강력한 회절유자석으로 구성된다. 결국 광아이솔레이터의 성능은 순방향의 삽입손실(Insertion Loss)와 역방향의 차단율(Isolation)으로 결

정된다.

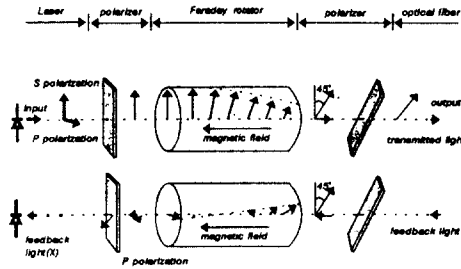


그림 11. 광아이솔레이터의 기본구조

큰 파라데이효과를 갖는 투명한 물질은 $Y:Fe:O_2$ 인데 보통 YIG라고 부른다. 자장이 파의 진행방향을 따라 결정에 인가되는 경우에 파라데이 회전을 발생하게 된다. 소자접속에서의 반사와 편광기와 회전자의 결합때문에 아이솔레이터 성능은 이상치가 아닌 1dB 정도의 손실과 30dB 정도의 역방향 손실을 나타낸다.

벌크형 광아이솔레이터구성은 파라데이 회전자에 수mm 두께의 YIG 단결정판, 도너츠모양의 영구자석 및 연결요우크(yoke)가 사용되며 편광자에는 글렌툼 스톤 소형프리즘이 사용된다. 도파형 광아이솔레이터는 비상반성 TE-TM 모드변환으로서 이 점이 벌크형의 파라데이 회전자에 해당한다. 모드변환은 유전체 도파로로부터 자기광학결정에 스며드는 광전계를 이용하거나, 유전체 도파로대신에 자기광학결정의 박막도파로를 이용하기도 한다. 상품화된 아이솔레이터는 편파부의존형과 편파의존형이 있는데 전자는 광증폭기에 끼워지며 가격이 개당 94년기준 20-30만엔대이

고 광증폭기 자체의 가격상승으로 연결된다. 후자는 보급형으로 개당 2-4만엔대이며 다른 광통신부품에 비해 아직 고가이다. 일본 시장규모추이는 아래와 같다.

일본내 참여업체는 4-5만개로 예상되는 세계시장을 확보하기 위해 생산라인을 보강하고 있으며 수출에 전력하고 있다. 시장성수기는 제품의 라이프사이클로 볼때 2005년에 피크를 형성할 것으로 예측하고 있다. 일본내 주요업체별 동향은 후지전기화학이 일본 고니시공장에 7억엔을 투자 94년말 1,000개, 95년도 3,000개 월생산능력을 갖추었고 생산제품의 절반은 미국수출용으로 활용할 예정이다. 토킨社는 광아솔레이터를 자체를 크게 축소시키고 정방향손실은 10dB이하, 역방향손실은 30dB 이상인 제품을 내놓았고, 코가와社와 휴렛패커드社는 입력전력을 종래보다도 소비전력을 낮춘 저전류구동용 광아이솔레이터를 출시 중이다. 일본내의 업체별 시장점유율은 후지전기화학이 53.8%, NEC가 23.1%, 나미카정밀보석이 1%를 점유하고 있으며 용도는 역시 광통신케이블용이 주종을 이루고 있다. 제품의 90%를 점유하는 편파의존형은 3만엔을 밑도는 제품이 늘고 있으며 편파부의존형은 20만엔 정도에서 60만엔정도를 넘는것도 있다. 광아이솔레이터의가격은 고가로 시장성을 갖추기 위해서는 더 많은 저가격화 노력이 있어야한다.

KETI에서는 Faraday rotator를 개발중에 있으며 1996년 말까지 광섬유 In-Line형 광아이솔레이터의 시작품을 개발할 예정으로 있으며, 업체에 기술이전을 계획하고 있다.

2.5 광커넥터(Optical Connector)

단위 : 수량(천개), 금액(백만엔)

연도	1992	1994	1996	2010
적요				
국내판매량	11	13	15	500
국내판매액	600	640	700	5,000
수출량	-	-	5	200
수출액	-	-	250	2,000
총판매량	11	13	20	700
총판매액	600	640	950	7,000

1996, 2010년도는 예측치임

광커넥터 페룰(ferrule)에 광케이블을 정렬시킨 후 플러그를 에댑터에 삽입함으로써 광케이블에 접속하게 된다. 현재까지 다양한 형태의 광커넥터가 해저케이블 및 광케이블 접속에 사용되고 있으며 최근에는 제품면에서 단순화되었으며 성능면에서도 우수한 제품이 각각 광업체로부터 선보이고 있고 대량생산과 각업체간의 가격경쟁으로 지난 몇년사이에 ST형의 경우 50-60% 이상 가격 하락이 지속되어 왔다.

광커넥터의 기본구조는 플러그와 어댑터로 구성되며 플러그는 광케이블을 직접접촉하는 부분으로 광섬유를 접촉하여 끝면을 연마한 페룰, 광섬유를 보호하고 있는 외피를 고정해주는 몸체 그리고 이를 어댑터와 결합시켜주는 부분으로 구성되어 있다. 광커넥터 분류는 광섬유, 심수, 커넥터구성, 광섬유고정 형태 및 결합방식에 의해서 크게 분류할 수 있고 광섬유에 의한분류에는 석영계단일모드 광섬유, 다중모드광섬유, 플라스틱클래드광섬유 등으로, 심수에 의한분류는 단심, 테이타링크용 2심, 다심, 초다심등으로 분류된다.

광커넥터의 결합특성을 결정짓는 요인으로는 기계적 및 환경변화적인 안정도와 광손실등이 있다. 일반적으로 광섬유 결합특성은 삽입손실(insertion loss), 반사손실(return loss)로 나타내는 광손실에 의해 좌우됨으로 이러한 삽입손실과 반사손실이 매우 중요하다. 광통신 시스템에서 광섬유간결합은 커넥터와 스플라이스로 이루어지며 커넥터는 신호원, 검파기 혹은 광섬유와 광섬유를 결합하는 수동소자로 반복결합이 쉬운반면에 스플라이스는 그렇게 하기가 불가능한 단점이 있어 시장은 탈착형 커넥터로 형성될 예정이다. 광섬유결합에서 광손실을 일으키는 원인은 광섬유에 의해서 직접야기되는 손실로 광섬유의 개구수나 코어직경이 일치하지 않아 발생하는 손실과 결합소자, 즉 커넥터나 스플라이스에 의해서 발생하는 손실로 나누어 볼 수 있다. 삽입손실이라 함은 두 개의 광케이블을 광커넥터를 사용하여 접속한 경우, 광커넥터의 입력단 광전송량과 출력단 광전송량의 차이를 의미한다. 이것을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$P = P_i - P_o = 10 \text{ Log } (P_i/P_o) \text{ dB}$$

또한 삽입손실은 광커넥터의 결합지점에서 발생된 광손실을 의미한다. 접속하고자하는 두 광섬유간의 개구수와 코어지름의 차, 정렬된 페룰의 축어긋남, 밀착정도 그리고 광섬유 외경과 페룰내경간의 차등에

의해서 발생하게 된다. 초창기 고성능커넥터의 삽입손실은 1.5dB 정도였으나, 현재는 0.3dB이하의 제품이 선보이고 있으며 일반적으로 규정하고 있는 최대삽입손실은 1dB이다. 전자회로에서 입력전력이 전부 출력전력으로 변환되지 않고 입력전력의일부가 다시 입력된방향으로 되돌아가는 부계환이 있는데 이와 같은 특성이 광섬유간 접속에서도 발생하며 이를 back reflection이라고한다. 이는 빛이 출력되는 광섬유 끝면이 공기중에 노출된상태로 발생하며 일반적으로 3-4%가 되돌아간다. 광커넥터의 반사손실은 두개의 광커넥터가 접속되었을때 발생하는 back reflection 을 지칭한다.

상품화되어 있는 광커넥터는 커넥터당 접속할 수 있는 광섬유 수에 따라 ST, SC, EC와 같은 단심광커넥터와 MT, FDDI, FC와같은 다심커넥터로 구분된다. 최근에는 기존 에폭시형 커넥터보다도 결합력이 우수한 커넥터가 개발되고 있으며 단일모드 및 멀티모드에 모두 이용하며 ST, SC 커넥터와 호환 할 수 있는 제품이 출시되고 있다. 단심커넥터의 기술수준이 안정화되면서 새로운구조 제안보다는 반사손실 특성향상을 목표로 연구가 진행중이고 현재는 다심커넥터에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 다심커넥터의 경우 16심 커넥터와 80심을 일괄접속하는 초다심 광커넥터 개발이 이루어지고 있다. 최근 광통신 시스템에 다심광커넥터의 경우, 0.35dB 정도의 삽입손실을 0.2 dB 수준으로 낮추기 위해서 광섬유 홀 중심의위치, 간격 및 코어의 편심등에 대한 개선이 요구되며 이를 위한 노력이 진행 중이다.

커넥터 기술동향은 첫째 삽입손실을 줄이는 것으로 단일모드 광섬유접속에서 1 μ m의 비정렬요인은 0.2dB 정도의 삽입손실을 가져온다. SC형 커넥터가 개발된 이후 광커넥터는 지르코니아 페룰을 이용한 저가격화를 어느정도 실현하였고, 현재 대부분의 광커넥터는 이 기술을 채택하고 있다.

둘째, 반사손실특성 향상을 목표로하고 있다. 아날로그영상전송 및 고속디지털전송등에서는 광커넥터의 저반사손실이 필수적인데 광원을 보호하기 위해서 40dB 이상의 반사손실이 필요하고, 기가비트 시스템에서는 50dB 이상의 반사손실특성을 갖어야한다. 이러한 연유에서 반사손실 60dB를 얻을 수 있는 경사지게 페룰단면을 연마하는 광커넥터가 제안되었다. 그러나 이론상 삽입손실을 0.3dB 이하로 줄일 수 없는 문제점으로 Advanced PC 기술이 개발되었으며 50dB 이상의 반사손실특성을 보였다. 또한 APC보다 더 좋은

반사손실 커넥터로서 경사지게 연마하는 PC(Angled PC) 커넥터가 제안되었다. 셋째로 조작성을 향상 및 소형화, 실장밀도향상, 다심화로 연구가 진행되고 있다. 실장밀도향상 관점에서 푸쉬풀체결방식을 채택하여 3배정도 실장밀도를 높일 수 있으며 특히 MU(miniature unit)형 커넥터는 기존페룰의 절반인 1.25mm 직경의 소구경 페룰을 사용함으로써 일반 커넥터보다도 약 4배의 실장밀도를 더욱 향상시킬 수 있으며, 이 커넥터로 1cm 당 2심까지 실장밀도가 증가되는 장점으로, 장래 다심형 광커넥터까지 응용범위가 더욱 확대될 것으로 보인다.

현재 KETI에서 한국전자 등에 단심커넥터 기술을 개발하여 이에대한 기술이전을 완료하고 생산 중에 있으며, 동 연구소에서 미세가공기술을 이용한 초다심 광커넥터를 개발중에 있다.

현재 개발하여 판매하고 있는 커넥터의 제품을 일본시장에서 살펴보면 삼화전기공업(주)는 SSC시리즈를 가입자계, LAN, FA, OA등에 대응하도록 내놓았고, 히로세전기(주)는 HSC시리즈를 공중통신회선, LAN, CATV, 제측기용, 고밀도실장에 적합한 H형과 LAN에 적합한 F형등을 내놓고 있다. 혼다통신공업(주)는 LGC-100시리즈를 통신회선, FA, LAN에 사

용하도록 나사결합방식으로 내놓았으며, 세이코전자공업은 SAP 시리즈를 싱글모드형과 멀티모드형으로 구분하여 출시하였다.

향후 광가입자 시스템 구축은 보다 고밀도의 광파이버가 요구되고 있는데 이에 대응할 MT 커넥터가 광선로증설 수요업체등을 중심으로 개발될 것이다. 또한 MT 커넥터는 플라스틱제품이기 때문에 가볍고 양산성이 높아 가격경쟁력이 우수하다. 일본의 경우, NTT를 포함한 대규모전선업체(스미토모, 후루카와, 후지쿠라, 시코어)는 4000심 광케이블 접속기술을 공동으로 개발할 예정이다. 그 중 하나는 8심 MT 커넥터보다는 고밀도인 16심 콘넥터개발이며, 개발방향은 고밀도 뿐만아니라 접속손실을 줄이는 것이 핵심이고 0.2dB 가 사용화 목표치이다. 앞으로도 광커넥터는 성장요인은 많다. 특히 기간산업분야와 중계분야의 증설확대등 예정이고, 96년부터 광가입자가 본격적으로 늘어날 것으로 보여 그에 따른 광섬유케리의 접속도 증가하고 복잡해 짐으로서 광커넥터의 수요는 늘어날 것으로 보인다. 또한 북미시장은 일본시장보다도 활발할것으로 보여 수출도 늘어날것으로 후지키메라연구소는 예측하고 있다. 일본 후지키메라종합연구소에서 조사한 시장규모 추이는 다음과 같다.

단위 : 수량(천개), 금액(백만원)

연도	1992	1994	1996	2010
적요				
국내판매량	3,900	4,200	4,800	17,000
국내판매액	6,000	6,300	6,900	17,000
수출량	1,200	1,500	1,800	2,000
수출액	1,400	1,800	2,100	1,800
총판매량	5,100	5,700	6,600	19,000
총판매액	7,400	8,100	9,000	18,000

1996, 2010년도는 예측치임

94년도에는 국내판매량이 극히저조해 금액은 보합세로 끝났으며 이것은 기간산업과 중계기기가 피크를 맞이 했기 때문이다. 가입자의 본격적인 증가는 96년이후로 예상되며 그에 따라 시장이 확대될 것이다. 일본이외의 해외시장은 일본보다도 먼저 시장에 진출할 것으로보여 수요증가가 예상되며 앞으로 현지

생산이 중심이 될것이다. 제품의 라이프사이클로 보면 현재는 2차성숙기로 파악되며 2010년이 최대성숙기가 될 것으로 예측된다.

광커넥터 형태로 볼때 일본에서의 광커넥터 시장규모는 다음과 같다.

(백만엔)

타입	년도	1993년도	1994년도	1995년도
SC		4,250	4,150	4,265
FC		2,585	2,291	2,080
MT		615	1,040	1,300
MU		0	-	60
기타		1,540	1,360	1,180
합계		8,945	8,841	8,885

일본의 주요업체 동향은 히로세전기, 세이코전자공업 및 토토가 광통신관련 광커넥터 시리즈등을 발표하였으며 점차 그 생산능력을 증대시키고 있다. 94년도 일본내 업체별 시장점유율은 삼화전기가 33.3%, 히로세전기가 28.1%, 혼다통신공업이 26.3%, 세이코전자공업이 8.8% 순으로 NTT용은 삼화전기공업, 히로세전기, 혼다통신공업 3개사가 취급하고 있으며, 삼화전기공업은 NTT용이 많으나, 일반 민간용은 적다. 히로세전기, 혼다통신공업은 민간용으로 확대하고 있으며 세이코전자공업은 수출실적이 높다. 용도별 광커넥터의 수요는 광통신용이 가장 많고 LAN, CATV는 가입자증가와 더불어 함께 늘어날 전망이다. 가격동향은 제품의 등급에 따라 가격차가 심하며 참여업체 난립으로 가격경쟁도 심하다. 향후 양산화가 진행되면서 가격이 떨어질 전망이고 94년도 기준 광패들은 개당 3,500-4,500엔이며, FC형은 1,000-3,000엔 정도이다.

2.6 광콜리메이터(Optical Collimator)

광콜리메이터는 광원이나 광섬유를 통해 나오는 광신호를 일정크기(수 mm) 이상의 평행 광으로 확대시키거나 일정크기의 광신호를 광섬유에 무손실로 전달하는 부품이다. 광콜리메이터 2개가 1조로 구성될 경우, 광링크를 형성하여 광소자간의 광전달효율을 극대화시켜 광센서, 수광소자, 발광소자 특히 WDM, 광감쇠기, 광아이슬레이터, 광스위치 등에서 핵심부품으로 사용되며 그외 신호처리, Expanded beam connector, 광파이버 커플링등에도 효과적으로 사용된다.

그림 12에 광콜리메이터의 기본 구조를 나타내었다. 파이버를 통과하는 광원은 렌즈에 의해서 평행한 광원으로 확대되는 구조로 되어 있다.

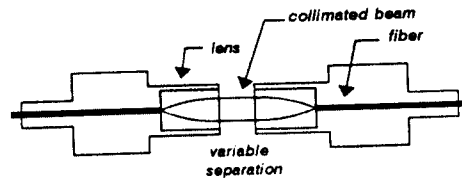


그림 12. 광콜리메이터 기본구조

아직까지 국내에서 광콜리메이터를 상용화한 보고는 없으며 그 동안 국내수요량의 전부를 미국, 일본 등에서 수입해 왔다. 광콜리메이터는 단품목으로서 수요이외에 광링크를 형성하는 광부품에 응용될때 시장전망은 밝다고 볼 수 있다. 현재 전자부품종합기술 연구소에서는 한국형화전기(주)에 광콜리메이터 제조 기술을 기술이전하였고 본격적인 양산에 들어갔으며 2000년 초까지 광스위치 WDM 소자, 광아이슬레이터 등에 응용할 수 있도록 복합광기술개발에 투자중이며 제품개발로 인한 기대효과로 수입대체는 물론 1996년에 약 120만불로 예상되는 시장선점과 아울러 이 광소자는 향후 고속정보통신시대를 맞아 급속히 시장성이 확대되리라 예상되는 부품중에 하나이다.

III. 결 론

광통신분야에 사용되는 발광소자, 수광소자, 집적소자(광스위치, 광변조기, 광도파로 등) 및 OEIC 등의 정밀제작기술 도입으로 광소자성능을 크게 향상시키고 있다. 또한 광가입자계 구축을 목표로한 파장분할 다중, 분파/합파, 분기결합소자 등의 수동광부품 개발에 힘입어 잠재적 시장성이 크게 확대되고 있으며, 또한 광감쇠기, 광아이슬레이터, 광커넥터 등도 고속 광통신, 화상통신, 광파이버 증폭기등을 이용한 광통신분야에서 중요성이 증대되고 있다.

광통신 시스템에서 기본구성은 2점간 통신이지만 향후 다점간통신으로 확대될 것이며 이에 따라 광부품시장은 성숙될 것이다. 일반적으로 수동광부품 시장은 2010년을 그 수요최적기로 예측하고 있으며 광선진국에서는 이러한 잠재적시장 선점을 위해 막대한 연구비를 투자하고 있다. 그리하여 최근 10년간 이러한 노력의 결과로 여러수동광부품분야에서 괄목할 만한 연구성과가 이루어져 다양한 수동광 제품이 출시되고 있으며, 그 시장잠재력도 광선진국과 정보고속도로를 건설하려는 국가를 중심으로 점차 넓혀지고 있다. 1990년대 후반을 넘으면서 선진각국은 광LAN 등 가입자계시스템 분야에서 광통신도입이 본격히 구축되고 있거나 추진예정이며, 이에따라 이러한 각각에 유기적결합을 갖는 광파이버망을 구성하기 위해서는 필수적으로 분기/결합기, 분파/합파기, 광필터, 광스위치, 광감쇠기, 광아이솔레이타 등의 고기능 수동광소자의 개발이 절실히 요구되고 있다.

참 고 문 헌

1. 수동광부품개발, 전자부품종합기술연구소, KETI-RD-94030
2. 차세대광전자기술개발전략수립, 전자부품종합기술연구소, KETI-MS-94048
3. ISDN 時代の光 fiber 技術, 理工學社
4. 김영권, 이종남, 최광돈, 광통신공학, 광문각
5. 추광욱 외 1인, "과장가변필터의 분석 및 비교", 정보통신동향분석 제11권 1호, 전자통신연구소
6. '95 光通信ビジネス産業年鑑, 株式會社 失野經濟研究所
7. 齊藤忠夫, 村岡洋一, 光通信ネットワーク, 昭光堂
8. 森下克己, 光ファイバ, 朝倉書店
9. 2000年をターゲットとする技術像測シリーズ, 第4巻, 日本ビジネスレポート
10. 超高速光技術, 丸善株式會社の電子・電氣・通信編
11. Fernando Agullo-Lopez et. al., Electrooptics, Academic Press, 1994
12. 안승호 외 4인, "광커넥터 기술동향", 주간기술동향, 전자통신연구소, 1996-05
13. 光産業技術の現況と動向, Optronics, 1994, No.1, pp.41



김 성 구

- 1966년 1월 10일생
- 1989년 2월 : 조선대학교 전자공학과(학사)
- 1992년 2월 : 전남대학교 대학원 전자공학과(석사)
- 1996년 2월 : 전남대학교 대학원 전기공학과(박사)
- 1994년 4월 - 현재 : 전자부품종합기술연구소 근무
- 주 관심분야 : Integrated Optics 및 Passive Optical Device



윤 대 원

- 1949년 10월 14일생
- 1971년 2월 : 한양대학교 전자공학과(학사)
- 1984년 8월 : Texas A&M대학교 전기공학과(석사)
- 1988년 12월 : Texas A&M대학교 전기공학과(박사)
- 1973년 - 1982년 : 금성정밀공업(주) 중앙연구소
- 1989년 - 1991년 : 현대전자산업(주) 반도체연구소
- 1991년 - 현재 : 전자부품종합기술연구소 수석연구원 (부품연구부부장)
- 주 관심분야 : Integrated Optics 및 Passive Optical Device