

## 평면 도파로형 2 x 32 파장 무의존성 커플러 제작

## The fabrication of planor lightwaveguide 2 x 32 Wavelength Independent Coupler

최영복, 한상필, 박수진, 정기태

한국통신 가입자망연구소

e-mail:ybchoi@access.kotel.co.kr

광가입자망의 구성을 위한 방법으로서 Passive Optical Network이 매우 경제적인 것으로 고려되고 있다. 이에 의하면 전화국측의 전송장비와 광선로를 여러가입자가 공유할 수 있기때문에 가입자당 가격을 낮출수 있다. 이러한 가입자망 구성에서 가장 기본적으로 요구되는 요소가 광분기이다. 특히 파장 분할 다중화 망의 채용이 거의 불가피한 경우, 다른 파장의 광신호를 결합하거나 분기해 주는 기능은 필수적이다. 이미 일본의 NTT에서는 광가입자 선로 시험용으로 2 x 2 파장 무의존형 커플러를 사용하고 있다. 이와 같이 WDM 망에서의 광신호 결합 또는 분기 시 매우 중요한 특성은 사용되는 모든 파장에 대하여 결합 또는 분기 비율의 편차가 작아야 한다는 것이다.

도파로의 설계는 2D(2 dimensional) FD-BPM(Finite Difference - Beam Propagation Method)를 이용하여 설계하였으며, 굴절율은 유효굴절율법을이용하여 3차원의 도파로구조를 2차원구조로 대체하였다. 또한 Mach-Zehnder형 WINC(Wavelength Independent Coupler)와 같이 그 특성이 수학적으로 용이하게 표현될 수 있는 경우와 달리 그특성을 analytic하게 표현하는 것이 어려운 경우 Evolution Strategy를 사용할 수 있다. 이 방법은 자연계의 진화과정을 최적화 과정에 적용한 방법이다.

Mach-Zehnder형 WINC의 구조는 그림 1에 묘사되어 있다. 이구조는 두 개의 방향성결합기(C1,C2)와 길이 차이가 있는 두개의 광경로로 구성되어 있다.이 구조의 기본적인 동작원리는 두 방향성 결합기 간 위상차를 줌으로써 결합비가 파장에 따라 단조적으로 증가하는 것을 억제하는 것에 근거를 두고 있다.이 구조에서 중요한 설계 변수는 두 방향성 결합기 (C1,C2)의 결합율과 경로차에 의한 위상차이다. 방향성 결합기의 결합율에 영향을 미치는 설계 변수는 결합길이(L1,L2), 도파로간의 간격(g1,g2)이고 경로차는 arm의 높이 h에 의해서 결정되어 진다. 표1은 BPM 계산에 의한 WINC 부분의 최적 구조를 나타낸다.

2 x 2 WINC의 출력부에 Y분기기를 tree형으로 추가하여 그림 2-2와 같은 2 x 32 WINC를 형성한다 설계조건은 다음과 같다. 도파로의 코어가 광섬유와 접속시 모드직경이 같아야 하기 때문에 코어의 크기를  $8\mu\text{m} \times 8\mu\text{m}$ 로 하였다. 이러한 코아의 단일모드 유지조건을 만족시키기 위하여  $\Delta n=0.3\%$ 로 정하였다. 소자 설계시 곡선 부분이 필요하게 되는데, S bend를 주로 사용 하였다. 곡선으로 인한 곡률 손실을 억제하기 위하여, 굴절을 조건에서는 곡률반경이  $30000\mu\text{m}$  하였다. 곡률반경이  $30000\mu\text{m}$ 일때 곡률이 반대방향으로 바뀌는 경우 그림 3과 같이 offset을  $0.2\mu\text{m}$ 로 하면 손실이 최소가 된다. 도파로와 광섬유는 광섬유 블럭과 도파로를 능동 정렬하여 접속하는데, 광섬유블럭과 도파로 코아간의 간격을  $250\mu\text{m}$ 으로 하고 32 port의 경우는 8 port씩 나누어서 8 port내에서는  $250\mu\text{m}$ 으로 8 port간에는  $320\mu\text{m}$ 으로 했다.

제작한 2x32 WINC의 광학적 특성, 신뢰성 시험방법 및 절차는 Bellcore에서 권고한 국제표준방식에 따랐으며 광학적 성능에는 삼입손실 및 2항목, 기계적 성능과 환경적 시험은 온도주기기시험 및 2항목을 시행하였다. 본 시험에 적용된 시료는 자체에서 개발한 광커플러를 사용하였으며, 사용파장은 1310nm, 1550nm를 사용하였다.

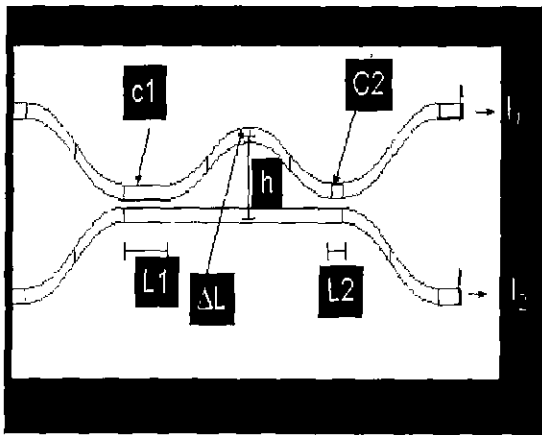


그림 1 Mach-Zehnder WINC

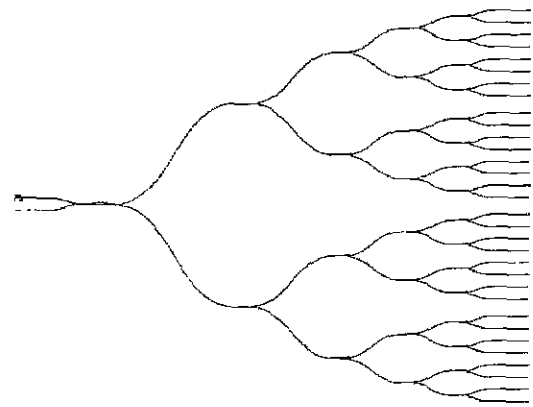


그림 2 Mach-Zehnder 형 2 x 32 WINC

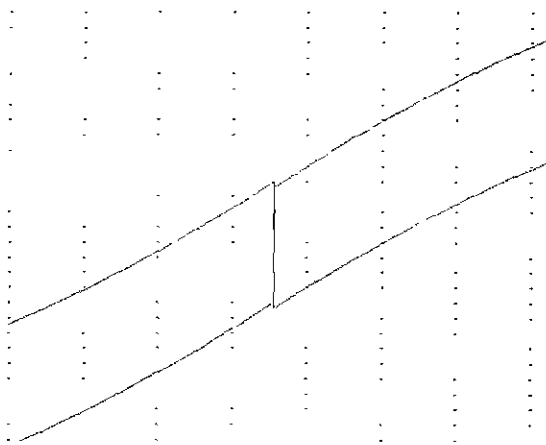


그림 3 폭이 변화하는 지점에서의 offset

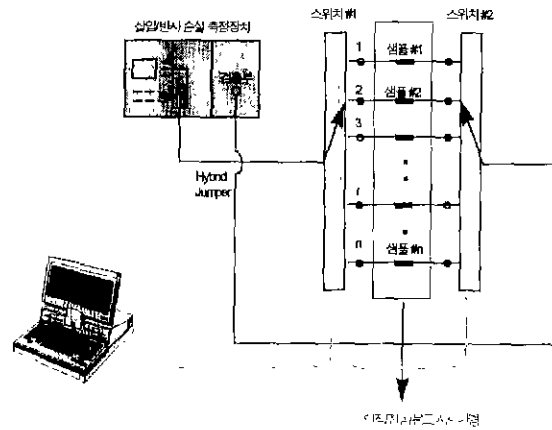


그림 4. 환경시험 자동측정시스템

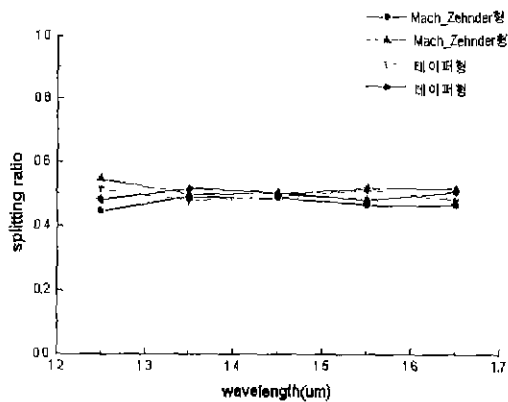
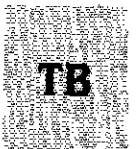


그림 5 Mach Zehnder형과 테이퍼형 WINC의 파장에 따른 분기율 균일도

표 2 WINC 부분의 구조 변수

결합길이 (L1)	결합길이 (L2)	도파로 간격(g1)	도파로 간격(g2)	arm의 높이(h)
985 $\mu\text{m}$	254 $\mu\text{m}$	12 $\mu\text{m}$	13 $\mu\text{m}$	43.6 $\mu\text{m}$