

## 실리카와 폴리머를 이용한 평면도파로형 커플러 제작

The Fabrication of Planar Light Waveguide coupler made by  
Silica and Polymer

최영복, 박수진, 정기태, \*황월연, \*이형중, \*\*김동근

KT, \*젠포토닉스, \*\*우리로

cyber@kt.co.kr/H.P016-729-7881

## I. 서론

광통신의 최종 목적은 각 가정까지 광섬유를 연결하여 일반인들도 많은 정보를 신속하고 쉽게 접할 수 있게 하는 것, 즉, 광가입자망(Fiber To The Home, FTTH)의 실현이라고 할 수 있다. 그러나 여러 가지 문제점으로 인해 아직까지는 일부 실험 지역 내에 국한되어 있다. 광가입자망의 실현을 위한 이론적 방법으로 광섬유를 정보 전달소에서 각 가정까지 직접 연결하는 것이 있으나, 이 방법은 경제적 면에서 경쟁력을 갖출 수 없을 뿐 아니라 물리적인 부피 증가로 인해 현실적으로 실현 불가능하다고 할 수 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 나온 방법 중 하나가 광분기 소자를 이용한 광수동소자망(Passive Optical Network, PON)이다. 이 방법은 정보 전달소 측의 전송 장비와 광선로를 여러 가입자가 공유할 수 있기 때문에 가입자당 가격을 낮출 수 있다는 장점이 있다. 광수동소자망의 핵심소자인 광분기 소자는 현재 광섬유형 커플러에서 대량 생산이 가능한 평면도파로형 소자로 연구가 진행되고 있으며 평면도파로형 소자의 연구 분야 내에서도 단순 분기형에서 다양한 용도의 복합 다기능 소자로 발전하였다.

한편 평면도파로를 제작할 수 있는 물질은 크게 실리카와 폴리머로 나눌 수 있다. 이 두물질은 서로 간에 장단점이 있다. 실리카로 제작된 도파로는 광섬유와 동일한 물질로 신뢰성이 매우 우수하다. 그러나 가공하기는 어렵다. 이와 반대로 폴리머는 신뢰성에서 뒤지지만 가공이 쉽다는 장점이 있다. 또한 실리카로 도파로를 제작 할 때 오버 클레딩 작업에 특히 주의해야하는데 이는 FHD제조 공법상 형성된 코어가 오버 클레딩 작업에서 붕괴 할 수 있기 때문이다. 본 논문은 이러한 문제를 해결하는 시도로서 코아까지 형성된 실리카에 폴리머로 오버 코팅을 하여 1×16 분기 소자를 제작하고 성능을 평가한 것이다.

## II. 본론

광커플러는 후단 부분에 15개의 Y분기의 가지(tree)형태로 결합되어 이루어지도록 설계를 하였다. 도파로의 코아와 광섬유의 접속시에 모드직경이 같아야 하기 때문에 코아의 크기를 광섬유와 유사하게  $8\mu\text{m} \times 8\mu\text{m}$ 로 하였다. 이러한 코아의 준 단일모드 유지조건을 만족시키기 위하여 크레드의 굴절률이 1550nm에서 1.447, 코아의 굴절률이 1.4503인  $n=0.3\%$ 로 정하였다. 설계된 1 × 16 커플러의 단면은 그림 1에 나타내고 있다.

최적으로 설계된 프로그램을 수행하였다. 이 때  $z$ 의 길이를  $45,000\mu\text{m}$ ,  $x$ 의 길이를  $5,000\mu\text{m}$  하였으며, 주어진 간격  $x$ 를  $0.25\mu\text{m}$ ,  $z$ 를  $1\mu\text{m}$ 으로 하였고, 이 때 사용한 파장은 1550nm이었다.

중단부는 광섬유 블록과 도파로를 접속하기 위하여, 16 포트를 각각 2 그룹으로 만들고 그룹내에서 도파로의 간격을  $250\mu\text{m}$ 하였고 그룹간에는 간격은  $320\mu\text{m}$ 으로 설정했다.

도파로의 굴절률은 수트 입자의 조성비로 조정하였으며 수트 입자의 조성은 원료 공급장치의 수송 기체 유량 등으로 조정하였다. 고밀화 공정은 FHD 공정에서 실리콘 기판상에 증착된 수트 입자를 투명한 유리막으로 만드는 공정으로,  $1200^\circ\text{C}$  이상의 고온에서 일정시간 유지시켜 수트 입자를 완전히 용융

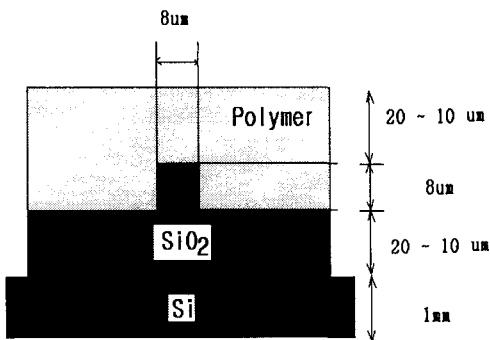


그림 1. 1 × 16 커플러의 단면 구조

Fig. 1. The cross-section structure of 1 × 16 coupler

파로를 연결시키는 과정에서 이러한 정렬 과정은 손실을 발생시키는 요인으로 크게 작용할 수 있다. 특히 코어의 크기가 작은 광도파로의 경우에는 입사광의 많은 부분이 손실될 수 있으므로 정확한 측정이 이루어지기 어렵다.

측정시 각 부품 사이에는 균절을 정합제를 사용하여 접속 손실을 최소화하였고 정렬을 완성한 후 광도파로의 진행손실을 cutback 방법을 사용하여 측정하였다. 이 방법은 초기에 광도파로가 연결되어 있는 상태에서 측정된 값(Pout)에 광도파로의 전단과 후단에 있는 광섬유를 절단하고 광섬유를 움직여서 접속한 후, 광섬유만 연결하여 측정된 값(Pin)을 감하여 도파로에서의 손실을 추정하는 방법이다. 입력광원은 가변형 LD와 광대역 광원인 LED를 사용하였으며 출력단은 스펙트럼 분석기를 이용하여 파장에 따른 삽입손실을 측정하였다. 커플러의 광학적 성능 측정으로 1250nm에서 1600nm의 파장 영역에서 삽입손실(insertion loss)과 균일성(uniformity)을 측정하였다.

코어층의 식각특성은 마스크 역할을 하는 알루미늄 상태에 의존하였으며 산화실리콘과 알루미늄 선택도는 약 30:1 이고 8μm의 코어를 식각하는데 약 33분이 소요되어 식각률은 2600 /min이었다. 특성 측정 결과는 전 파장(1200nm에서 1600nm 영역에서 측정)에 걸쳐 과잉손실은 2.5dB이하, 삽입손실은 최대 손실이 15.5dB이하, 균일성은 1dB이하의 광학적 특성을 나타내었다.

### III. 결 론

폴리머와 실리카를 하이브리드 재료를 이용하여 1×16 커플러를 제작하였다. 제작된 1×16 커플러의 광학적 특성은 1200nm에서 1600nm의 파장에서 과잉손실은 2.5dB이하, 삽입손실은 최대 손실이 15.5dB 이하, 균일성은 1dB이하의 광학적 특성을 나타내었다.

### 참 고 문 헌

[1] D. B. Keck, A. J. Morrow, D. A. Nolan and D. A. Thomson, "Passive components in the subscriber loop", J. Lightwave Technol., vol. 7, no. 11, pp. 1623-1633, 1989