

## [ 실험 10 예비 보고서 ]

2분반 12161756 윤성호

### 1. 실험 제목

- 광 커플러의 원리 이해와 분기비 측정

### 2. 실험 목적

- 가. 광분기 및 광 커플러의 원리를 이해한다.
- 나. 광 커플러의 원리 및 구조를 이해한다.
- 다. 광 커플러를 이용하여 분기비를 측정한다.

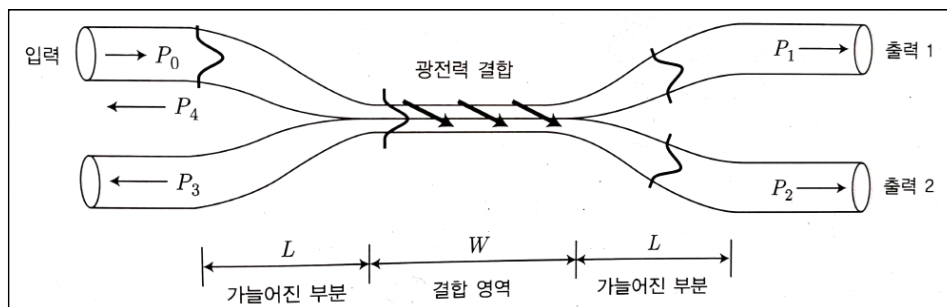
### 3. 이론

#### 가. 광 커플러

- 1) 광 커플러 : 광섬유로 전파된 광전력을 2개 이상의 광섬유로 분배하거나 또는 반대로 2개 이상의 광섬유를 통해 전파된 광신호를 하나의 광섬유로 결합하는 기능을 갖는 광수동소자를 말한다.
- 2) 광섬유 기술 또는 광 도파로(optical waveguide) 기술로 제작된다.
- 3) 입력 수가  $N$ 개이고, 출력 수가  $M$ 개라면  $N \times M$  커플러라 부른다.

#### 나. 2×2 커플러

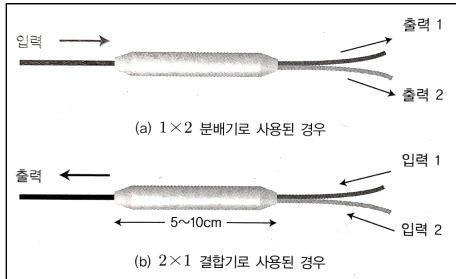
- 1) 2×2 광섬유형 커플러는 광섬유 두 가닥을 꼬은 후, 가열하여 녹인 다음 조금씩 늘려 각 광섬유의 코어가 서로 밀착되고 가늘어지게 한다. 이때 결합 부위에서 광신호의 모드 필드(mode field)가 서로 겹치게 된다. 모드 필드가 겹치면 결합 부위를 벗어나면서 [그림 1]과 같이 출력 2로도 광전력이 전달된다. 결합된 광섬유의 양은 결합 영역의 길이  $W$ 나 두 광섬유의 코어 사이 거리에 의해 결정된다.
- 2) 이와 같은 방식으로 제조한 커플러를 FBT(Fused Biconical Tapered) 커플러라 한다. [그림 1]에서  $P_0$ 는 입력 전력이며,  $P_1, P_2$ 는 출력 전력이다.  $P_3, P_4$ 는 빛의 산란(scattering)과 반사에 의해 발생한 것으로  $P_0$ 와 진행 방향이 반대다. 보통  $P_3$ 과  $P_4$ 는  $P_0$ 에 비해 아주 작다.



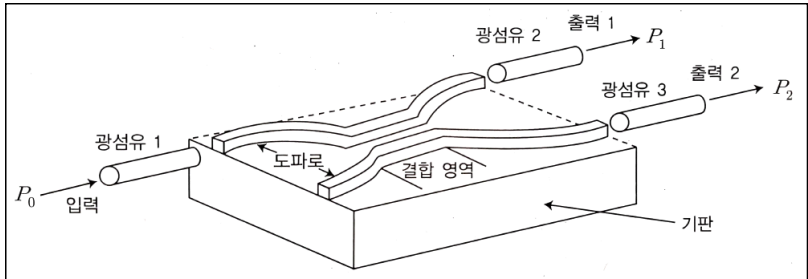
[그림 1] 2×2 커플러의 기본 구조

#### 다. 3단자 커플러

- 1) 2×2 커플러에서 입력 단자 혹은 출력 단자 중 하나를 사용하지 않고 패키징한 경우이다. [그림 2]는 입력이 어느 단자로 인가되느냐에 따라 분배기로도, 결합기로도 사용할 수 있다.
- 2) [그림 3]은 광 도파로 기술로 제조된 3단자 커플러이다. 입출력 단자 수가 많으면 FBT 커플러보다 광 도파로 기술로 커플러를 제조하는 것이 유리하다.



[그림 2] 3단자 결합기



[그림 3] 광 도파로 커플러 구조

#### 라. 커플러의 성능 지수

- 1) 커플러의 기능을 나타내는 가장 중요한 지수는 출력 단자 사이의 전력비, 즉 결합비(CR, Coupling Ratio)이다. [그림 1] 또는 [그림 3]에서 결합비는 다음과 같다.

$$CR = \frac{P_2}{P_1 + P_2} \times 100\%$$

- 2) 위 식에서 만약  $P_1 = P_2$ 라면 하나의 출력 단자에서는 전체 출력 전력의  $\frac{1}{2}$ 씩 출력되므로, 이를 3dB 커플러라고 한다. 3dB 커플러의 삽입 손실은 보통 3.4dB 정도다.
- 3) 커플러의 삽입 손실(IL, Insertion Loss)은 입력단과 출력단 사이의 전력비를 dB로 나타내는 것이다. [그림 1] 또는 [그림 3]에서 입력단과 출력 1, 입력단과 출력 2 사이의 삽입 손실  $IL_1$ ,  $IL_2$ 는 각각 다음과 같다.

$$IL_1 = 10\log\left(\frac{P_0}{P_2}\right), \quad IL_2 = 10\log\left(\frac{P_0}{P_1}\right)$$

- 참고 문헌 -

- [1] 이종형, “광통신 공학 : MATLAB과 함께하는 광통신 시스템”, pp.343-345, 한빛아카데미, 2016.