

미세 조정 도파로를 사용한 4-채널 두 모드 간섭 다중화기

4-Channel Two-mode Interference Multiplexer using Fine Tuning Waveguide

오인상*, 박준오, 정영철
 광운대학교 전자통신공학과
 isoh@opto.kwangwoon.ac.kr

기간망의 속도 증가와 더불어 가입자망의 고속화는 필수 불가결한 것으로 이를 위해 메트로 네트워크의 고속화에 대한 노력이 진행되고 있다. 메트로 네트워크 및 가입자망의 고속화를 위해서는 시스템의 저가화가 필요하다. CWDM(Coarse WDM)은 채널 간격이 10 - 25nm로 채널 간격이 넓기 때문에 복잡한 온도제어 없이 저가의 Uncooled DFB-LD 및 WDM 소자를 사용할 수 있어서, 메트로 네트워크의 대용량화를 보다 경제적으로 실현가능하기 때문에 CWDM 시스템이 유망한 것으로 받아들여지고 있다. 상용화된 CWDM용 다중화기/역다중화기는 박막필터를 조립한 형태 및 광섬유 커플러 형태로 되어 있다. 그러나 저가로 대량생산을 위해서는 실리카나 폴리머 평판도파로 기술을 활용하여 CWDM용 다중화기/역다중화기를 구현하는 것이 효과적이라 할 수 있다^{[1]-[2]}.

본 논문에서는 실리카 도파로를 근간으로하여 TMI(Two-Mode Interference) CWDM 다중화기/역다중화기의 설계 및 해석에 대하여 살펴본다. 입력 도파로에서 입사된 광파는 Y-분기 구조에서 우모드와 기모드를 동시에 여기시키고, Y-분기 구조를 통해 이중모드 도파로에서 동시에 진행하게 된다. 이때 우모드와 기모드의 전파상수가 파장에 따라 변화하는 분산현상에 의해, 출력 Y-분기 도파로의 한쪽 출력 도파로에 출력되는 광파위는 파장의 함수로서 정현파의 제곱 형태를 가진다. 이때 출력 도파로에서 출력되는 채널 간격은 다음과 같다.

$$\Delta\lambda_{CH} = \frac{\pi}{\frac{d(\Delta\beta)}{d\lambda} * 2L}$$

파장의 변화에 대한 두 모드의 전파상수의 차의 변화가 클수록, 이중 모드 도파로의 길이가 길어질수록 출력 도파로에서의 채널 간격은 좁아지게 된다. 구조는 크게 입력 도파로, 이중 모드 도파로, 출력 도파로로 구성되고, 이중 모드 도파로 폭과 길이를 변화시켜 채널 간격을 조정할 수 있다^[3].

본 연구에서는 실리카 도파로를 근간으로 한 TMI 다중화기 소자를 구현하고자 한다. 이중 모드 도파로 길이가 2L이고 채널 간격이 20nm인 1 x 2 TMI와 길이가 L이고 채널 간격이 40nm인 1 x 2 TMI를 다단으로 연결하여 4채널 다중화기를 구현할 수 있다. 코어의 굴절율은 1.4565, 클래드의 굴절율은 1.4455이고, 중심파장은 1.55 μ m이다. 입출력 도파로의 폭은 6 μ m이고, 이중 모드 도파로 폭은 6.5 μ m이다. 그림 1은 채널 간격이 20nm인 1 x 4 TMI 역다중화기의 파장 특성 곡선이다. 채널 간격은 20nm, Crosstalk은 -21.5dB이며, 전체 파장 범위내에서의 삽입손실은 1.01 ~ 1.25dB이다. Crosstalk을 개선하기 위해서 이중 모드 도파로 폭에 따른 파장의 변화에 대한 두 모드의 전파상수의 차의 변화를 살펴본다. 그림 2에서 이중 모드 도파로 폭이 8 μ m인 경우, 파장의 변화에 대한 우모드와 기모드간의 전파상수 차 변화의 절대값이 가장 작다는 것을 알 수 있다. 그림 3과 같이 우모드와 기모드 사이의 파장에 따

른 전파상수의 차가 가장 작은 도파로를 삽입하여 채널 간격을 유지하면서 미세한 파장 이동을 조정할 수 있다. Crosstalk이 개선된 20nm의 채널 간격을 갖는 TMI 다중화기/역다중화기를 설계한 결과는 그림 4와 같다. 각각의 출력 도파로에서 출력되는 파장의 채널 간격은 20nm이다. Crosstalk은 각각 -25dB 이하이고, 이때 전체 파장범위에서 나타나는 삽입손실은 0.93 ~ 1.25dB로 나타났다.

[감사의 글]

이 연구는 학술진흥재단 선도연구자 지원사업(과제번호 : 2001-041-E00187) 지원에 의한 결과임.

[참고문헌]

- [1] Kawata, H et al, " Service multiplexing systems with wide passband WDM (WWDM) technology for access networks " , IEICE trans. Commun., 2000, E83-B, pp.2348-2354.
- [2] M.Oguma et al, "Four-channel flat-top and low-loss filter for wide passband WDM access network " Electronics Letters , Vol. 37 no. 8, pp. 514 -515, 2001.
- [3] Y. Chung et al, " Analysis of a tunable multichannel two-mode-interference wavelength division multiplexer/demultiplexer", J.Lightwave Technol, vol. 7, no. 5, pp. 766-777, 1989.

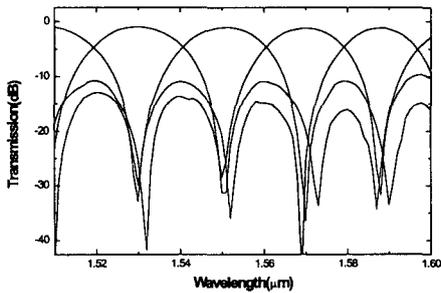


그림 1. 채널 간격이 20nm인 1 x 4 TMI 파장 특성 곡선

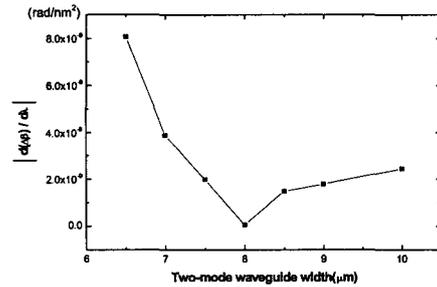


그림 2. 이중 모드 도파로 폭에 따른 분산 특성 곡선

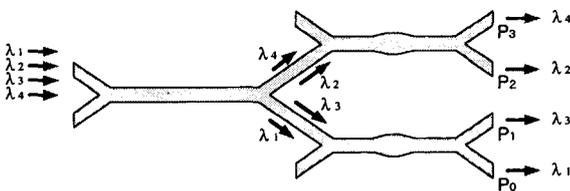


그림 3. 1 x 4 TMI DEMUX 소자

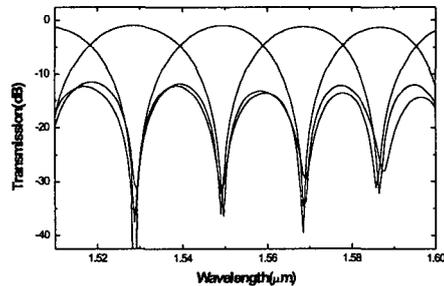


그림 4. 미세 조정 도파로를 사용한 1 x 4 TMI 파장 특성 곡선

TD