

평탄한 통과대역 특성을 갖는 광도파로 격자 필터의 설계

최대필*, 문성욱, 정영철**

광운대학교 전자통신공학과*, 광운대학교 전자공학부**

Design of arrayed waveguide grating filter with flat passband characteristics

Daepil Choi*, Sungwook Moon, Youngchul Chung**

Dept. of Electronic Comm. Eng. Kwangwoon Univ.*

School of Electronic Eng. Kwangwoon Univ.**

Abstract

AWG designed in this paper is considered with flat passband characteristics in the channel as a method for solving frequency stability problems of the sources in the conventional optical filters. This device can acquire the flat passband characteristics by inserting the multimode waveguides utilizing the selfimaging effect between input waveguides and first star coupler.

BPM simulation results show that the excess loss is smaller than 6.5 dB, the crosstalk is less than -22 dB and the 1 dB passband is about 50 GHz in the central channel.

1. 서론

초고속 정보산업의 기반으로 중요한 위치를 차지하는 광통신분야에서는 앞으로 도래할 각종 멀티미디어 서비스에 대한 폭발적인 수요증가로 인한 채널부족 현상을 해결하기 위한 방안이 다각적으로 모색되고 있다. 특히, WDM방식은 기존 통신망이 안고 있는 채널 용량 및 네트워크의 유연성문제를 해결해줄 수 있는 대안으로써 부각되고 있다 [1].

WDM 시스템을 구성하는 핵심 소자는 파장 다중화기/역다중화기 로써 특히 위상 배열에 기반을 둔 소자인 광도파로 격자 라우터에 대한 연구가

활발히 진행되고 있다.

그러나, 지금까지 제안되어온 광 파장 필터들은 주파수 응답 특성들이 채널의 중심파장에서 최대의 전달특성을 갖고 파장이 중심 파장에서 이격됨에 따라 급속히 전달 특성이 열화되는 단점을 지니고 있다. 따라서 이러한 시스템의 열화를 피하기 위해서는 매우 정교한 광원 및 필터의 개발이 요구되지만 실제 설계제작상의 난점으로 매우 어려운 실정이다 [3].

본 논문에서 설계한 필터는 평탄한 주파수 응답 특성을 얻기 위한 고려로써 입력도파로와 성형결합기 사이에 self-imaging 효과를 이용하는 다중모드 도파로를 삽입시킴으로써 일정한 광경로차를 갖는 도파로열을 거친 후 두 번째 성형결합기 출력 측에 재생된 이미지의 모드와 도파모드와의 중첩적분을 통해 채널의 중심파장을 중심으로 평탄한 주파수 응답특성을 얻을 수 있다.

2. 평탄한 통과대역을 갖는 WDM 필터의 설계

광도파로 격자 라우터의 일반적인 동작을 살펴보면 그림 1에 보인바와 같이 자유공간 영역인 P₁으로 입사된 입력도파모드는 두 번째 영역인 P₂에서 재생이 되고, 상이 맺히는 면 y-y'상에서 파장변화에 따라 분산이 일어나게 된다. 출력도파로로 전달되는 광전력은 출력

단면이 맺히는 상의 모드 $\phi_0(y)$ 와 출력 도파로의 도파모드 $\phi_g(y)$ 가 중첩되는 양에 의해서 결정된다. 따라서 전달함수를 파장영역에서 표현하면 다음 식과 같이 표현할 수 있다.

$$T(\lambda - \lambda_0) = \left[\int \phi_0(y) \phi_g^*(y - Y) dy \right]^2$$

위 식에서 Y 는 파장변화에 따른 상이 맺히는 위치를 나타내며 λ_0 는 최대 전달효율을 가질 때의 중심파장이다. 따라서 기존필터에서 출력단면에 맺힌 상, $\phi_0(y)$ 는 단순히 P1에 입사된 입력도파모드 $\phi_i(x)$ 의 1:1 이미지가 된다. 그러나 이와 같은 필터동작은 광원으로 사용되는 레이저 다이오드의 발진파장이 온도 등의 기타 외부요인으로 인해 안정된 출력특성을 얻을 수 없다는 단점을 가지게 된다. 그러므로 본 논문에서는 그림 2에 보인바와같이 입력도파로와 성형결합기로 이루어진 자유공간 사이에 다중모드 도파영역을 삽입시켜 입력도파로로 여기시켜준 단일이미지가 입력단면에서 낙타등 형태의 이중이미지로 변환되게 설계하여 변환된 이미지를 인접도파로와 일정한 길이차를 갖는 도파로열을 통해 전달시킨 후 출력단면에서 재생된 이미지와 출력도파모드와의 중첩을 통해 평탄한 통과대역을 갖도록 하여 외부요인등으로 인한 광원의 발진 파장변화에 대해서도 안정된 출력특성을 얻을 수 있다.

3. 전산모의 실험

본 논문에서 고려한 단위 도파로는 단면이 가로 세로 $6\mu\text{m}$ 인 정사각형 형태의 매립형 실리카 도파로이고 사용된 굴절률 차이는 0.75%이다. BPM을 이용하여 전산모의 실험에 사용된 성형결합기는 $3500\mu\text{m}$ 의 반경을 가지며 삽입된 다중모드 도파로의 폭은 $20\mu\text{m}$ 인 구조이다[4][5]. 그리고 성형결합기에서 분기된 광전력을 도파로열로 최대한 집속시켜 광손실을 줄이기 위해 테이퍼 구간을 삽입시켰다. 전산모의 실험 결과 설계된 광도파로 격자 필터는 0.8nm (100 GHz)의 채널간격을 가지고 6.5dB내외의 잉여손실과 -22dB정도의 누화, 그리고 약 50 GHz의 1dB 통과 대역특성을 갖는

구조임을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서 설계한 광필터는 주파수 특성이 채널당 약 50 GHz의 평탄한 통과 대역특성을 보이기 때문에 외부요인에 의한 광원의 발진 파장변화에 대해서도 안정된 출력특성을 얻을 수 있음을 예측할 수 있다. 비록 기존의 광필터 출력에 비해 다소의 광손실을 보이고 있지만 발진파장특성이 다소 완화된 광원을 사용할 수 있는 장점으로 인해 시스템 구축시 경제성 면에서 유리할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Mein K.Smit, and Cor van Dam "PHASAR-Based WDM Devices: Principles, Design and Applications," IEEE J. Quantum Electron., vol. 2, no. 2, pp.236-250, 1996.
- [2] M.R.Amersfoort, C. R. de Beer, M.K. Smit, P.Demeester "Phased-arrayed wavelength demultiplexer with flattened wavelength response," Electron. Lett. vol. 30, no. 4, pp.300-303, 1994.
- [3] J.B.D.Sooles, M.R.Amersfoort, A. Rajhel, C.Caneau, R.Bhat, M.A. Koza, C.Youtesey "Use of Multimode Interference Couplers to Broaden the Passband of Wavelength-Dispersive Integrated WDM Filters", IEEE Photon.Tech-nol. Lett., vol. 8, no.10, pp. 1340-1342, 1996.
- [4] Youngchul Chung and Nadir Dagli "An Assessment of Finite Difference Beam Propagation method," IEEE J. Quantum. Electron., vol. 26, no. 8, pp. 1335-1339, 1990.
- [5] 문성욱, 정영철 "성형결합기로 구성된 광도파로 격자 라우터의 설계 방법에 관한 연구," 한국통신학회 제21권, 제9호, pp. 2526-2532, 1996

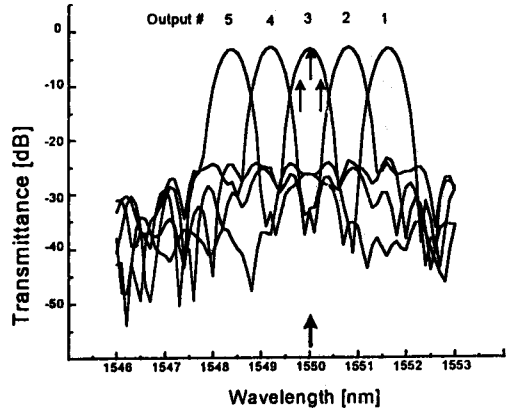
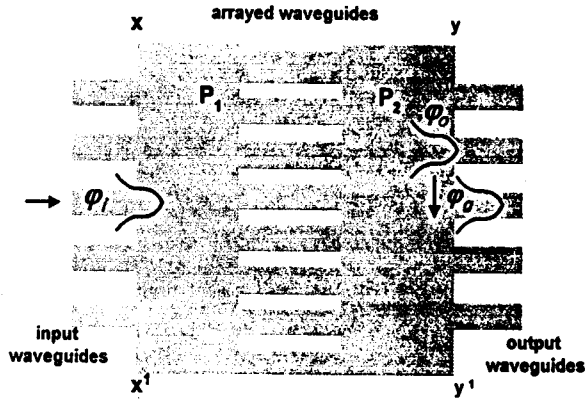


그림 1 기존 광필터의 주파수응답 특성

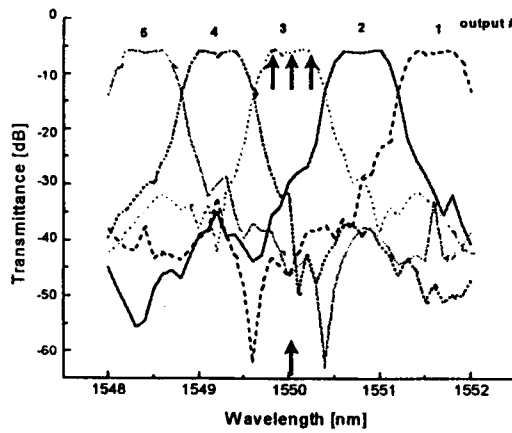
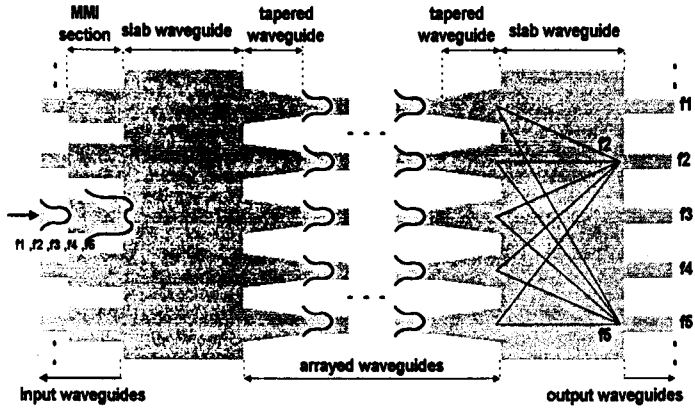


그림 2 설계된 광필터의 주파수응답 특성