

깊이 식각된 InGaAsP 광도파로로 구성된 위상 배열 파장 라우터의 평탄화 설계

Design of Deeply Etched InGaAsP Phased-Array Wavelength Router with Flat Passband

박준오*, 정영철*
Joon-oh Park, Young-chul Chung

Abstract

A passband-flattening technique based on Fourier optics concept for phased-array wavelength router is presented. For easy control of optical power in each waveguide without phase correction, misaligned array waveguides are used. BPM simulation results indicate that flat passband is as wide as 75 % of the channel spacing with the insertion loss penalty of about 6 dB and with the crosstalk of about -28 dB.

Key words(중요용어) : Phased-Array Wavelength Router(위상 배열 파장 라우터),
Integrated Optics (집적광학), Wavelength Division Multiplexing(파장 분할 다중),
Optical Waveguides(광도파로), Beam Propagation Method(빔 전송 방법)

WDM 전광 네트워크를 구성하는데 있어 핵심소자 중의 하나는 위상 배열 파장 라우터이다. 일반적인 위상 배열 파장 라우터의 통과대역 특성은 중심 주파수에서는 출력이 최대로 되고, 중심 주파수의 주변 주파수에서는 감소하는 특성을 나타내고 있다. 광통신 시스템을 보다 신뢰성 있게 구축하기 위해서는 통과대역 특성이 평탄하게 구현해야 한다 [1][2][3][4]. 본 논문에서는 푸리에 광학 개념 및 어긋난 배열도파로를 이용하여 평탄한 통과대역 특성을 갖는 7×7 위상 배열 파장 라우터를 설계 및 해석하였다.

위상 배열 파장 라우터의 두 번째 슬랩 도파로 입력단과 출력단의 관계는 푸리에 관계임으로 출력단에서 평탄한 통과대역 특성을 갖기 위해서는 두

번째 슬랩 도파로의 입력단의 광파의 세기를 sinc 함수와 같은 형태로 근사시켜야 한다. sinc 함수의 광파를 얻기 위하여 배열도파로에 어긋난 도파로를 삽입하여 광파의 세기를 조절하였고, 주기적으로 위상반전을 하기 위하여 반파장 도파로를 삽입하였다. 파장이 변함에 따라 두 번째 슬랩도파로 출력단에 구형파 함수의 위치가 이동함으로써 평탄한 통과대역 특성을 갖는 위상배열 파장라우터를 얻을 수 있었다. BPM을 이용한 시뮬레이션 결과가 평탄함을 보였다[5].

본 논문에서 사용되어진 도파구조는 깊이 식각된 구조로써 그림 1에 보였다. 유효굴절율법으로 해석하는 경우 이 구조에서는 10개의 모드가 존재한다. 그러나 삼차원 BPM으로 해석하면 기본모드를 제외하고 고차모드는 기관으로 빠르게 누설된다. 식각 깊이가 2.5μm보다 작을 때에는 기관안으로 누설되는 광파의 손실이 60 dB보다 큰 것을 그림 2에서 알 수 있다. 광파의 파위를 감쇄시키기 위하여 배열도파로의 중앙에 어긋난 도파로를 삽입하였다.

* : 광운대학교 전자통신공학부
(노원구 월계동447-1, FAX: 82-2-941-7855
E-mail : ychung@daisy.kwangwoon.ac.kr)

디스플레이 광소자분야

깊이 식각된 구조이기 때문에 고유모드를 코사인함수로 가정하면 어긋난 정도에 따른 전송함수는 다음과 같이 나타낸다.

$$\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{\omega}} \cos \frac{\pi x}{\omega} \quad \text{for} \quad -\frac{\omega}{2} \leq x \leq \frac{\omega}{2} \quad (1)$$

두개의 어긋난 기본모드들 사이의 중첩적분을 아래 식과 같이 구할 수 있다.

$$T(\theta_d) = \frac{1}{\pi} (\sin \theta_d + (\pi - \theta_d) \cos \theta_d) \quad (2)$$

여기서 $\theta_d = \frac{\pi d}{\omega}$ 이며, d는 어긋난 정도의 크기이다.

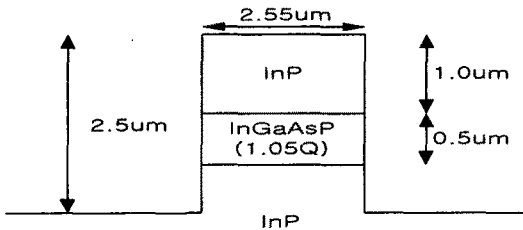


그림 1 도파로의 횡단면 굴절률 분포

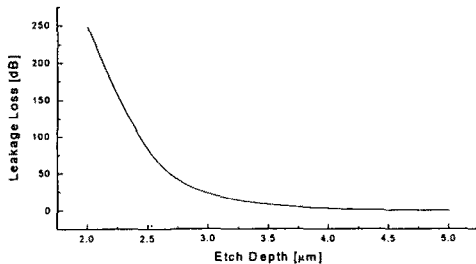


그림 2 식각한 깊이에 따른 odd mode의 leakage loss

본 논문에 사용된 위상 배열 파장 라우터의 설계에 있어서, 채널수는 7채널, 채널 간격은 1.6nm(200GHz), 이웃하는 도파로 사이의 경로차는 67.2 μm, focal length는 500.0 μm, 회절차수는 138이며, 47개의 배열도파로를 사용하였다. 일반적인 위상 배열 파장 라우터의 특성을 그림 3 에, 어긋난 도파로를 사용한 위상 배열 파장 라우터의 특성은 그림 4 에 보였다. 일반적인 위상 배열 파장 라우터는 삽입손실이 3.5dB이하이고, 누화(crosstalk)가 -30dB 이하임을 알 수 있다. 또한 중심파장에서 조금만 벗어나면 투과특성이 급격히 저하됨을 알 수 있다. 평탄하게 설계된 경우는 삽입손실이 9.5dB이

하이고, -28dB 정도의 누화 특성을 갖는 것을 알 수 있다. 따라서 어긋난 도파로를 삽입함으로써 생기는 삽입손실 페널티는 6dB이지만 평탄한 대역의 폭이 1.2nm(채널 간격의 75% 정도)로 넓어짐을 알 수 있다. 본 연구를 통하여 깊게 식각한 구조에서의 어긋난 도파로를 이용한 평탄한 주파수 특성을 얻는 위상 배열 파장 라우터를 제안하였고, 가능성을 BPM 시뮬레이션을 통하여 보였다.

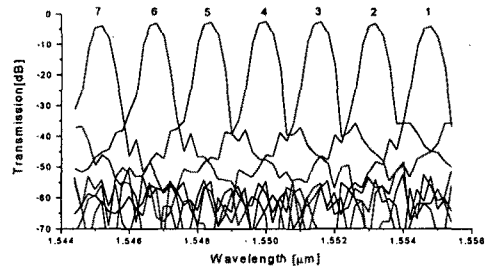


그림 3 일반적인 위상배열 파장라우터의 파장특성

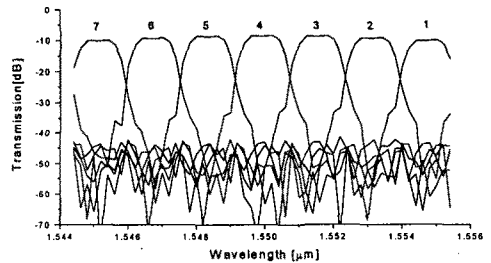


그림 4 평탄한 통과대역특성을 가지는 위상배열 파장라우터의 파장특성

<참고문헌>

- [1] 김남훈, 정영철, 전자공학회 논문지, 제 35권, D편, 제 3호, pp56-62, 1998
 - [2] M.K. Smit et al, IEEE J. Quantum Electron., vol.2, no 2, pp 236-250, 1996
 - [3] K. Okamoto et al, Opt. Lett. vol 20, no 1. pp 43-45, Jan, 1995
 - [4] D. Trouch et al OFC'97 Technical Digest ThM7 pp 302-303, 1997
 - [5] Youngchul Chung et al, IEEE J. Quantum Electron vol. 26, no 8, pp 1335-1339, 1990
- 감사의 글 : 본 연구는 한국과학재단의 핵심전문연구(981-0914-072-2)의 지원에 의해 수행되었음.