

전기광학 폴리머를 이용한  
격자 보조 동방향 결합기형 필터  
Grating-Assisted Codirectional Coupler Filter  
Using an Electro-Optic Polymer

안세원, 신상영

한국과학기술원 전기 및 전자공학과

swan@eeinfo.kaist.ac.kr

최근 광섬유의 전송 용량을 효율적으로 극대화하기 위한 방안으로서 파장 분할 다중화 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 방식의 광통신 시스템이 제안되어 사용되고 있다. WDM 시스템에서는 각 채널 (channel) 마다 각기 다른 파장의 광신호가 할당되어 있기 때문에, 여러 파장이 다중화된 광신호에서 원하는 파장의 광신호를 선택하기 위해서는 파장 선택 필터 (wavelength selective filter) 가 필요하다. 격자 보조 동방향 결합기 (GACC: Grating-Assisted Codirectional Coupler) 는 전파 상수 (propagation constant) 가 서로 다른 두 도파로 사이에서의 광파워 교환이 파장에 의존하는 특성을 가지고 있기 때문에 WDM 시스템에 응용될 파장 선택 필터로서 많은 연구가 되어 왔다<sup>(1),(2)</sup>.

본 논문에서는 전기광학 폴리머를 이용한 새로운 형태의 GACC형 필터를 제안하였다. 그림 1에 제안된 소자의 구조를 나타내었다. 제안된 소자는 기본적으로 전기광학 폴리머 광도파로와 수동형 폴리머 광도파로가 나란히 배열된 구조를 가지고 있고, 도파로 위에는 도파로의 진행 방향을 따라 격자가 제작되어 있다. 파장  $\lambda_0$ 에서 두 도파로 사이에 격자에 의한 광파워 결합이 일어나기 위해서는 다음과 같은 위상 정합 조건 (phase-matching condition) 이 만족되어야 한다<sup>(3)</sup>.

$$|\beta_2 - \beta_1| = \frac{2\pi}{\Lambda}, \quad (1)$$

여기서  $\beta_1$ 과  $\beta_2$ 는 두 도파로 구조에서 여기되는 두 혼합 모드 (compound mode) 의 전파 상수이고,  $\Lambda$  는 격자의 주기이다. 한쪽 도파로로 입사된 입력광이 파장  $\lambda_0$ 에서 위상 정합 조건을 만족시키면, 두 도파로 구조에서 여기되는 두 혼합 모드 사이에 광파워 교환이 일어나서 결국 반대쪽 도파로로 광파워가 전달되고, 파장이 바뀌면 위상 정합 조건이 만족되지 않기 때문에 반대쪽 도파로로 광파워가 전달되지 않는다. 이러한 특성을 이용하여 파장 선택 필터를 구현할 수 있다.

제안된 소자를 제작하기 위하여 전기광학 폴리머로는 P2ANS/MMA 42/58을 사용하였고, 수동형 폴리머 광도파로의 도파층으로는 자외선 경화 수지 (UV-curable epoxy) 의 일종인 NOA61을, 그리고 클래딩으로는 NOA73을 사용하였다. 우선 유효 굴절률법 (effective index method) 을 사용하여 단일 모드만을 도파시키는 전기광학 폴리머 광도파로와 수동형 폴리머 광도파로를 각각 설계하였고, 두 도파로가 나란히 배열되어 있을 때 여기되는 두 혼합 모드간의 전파 상수의 차를 계산하여 격자의 주기를 결정하였다.

그림 2에는 제작된 소자의 현미경 사진을 나타내었다. 전기광학 폴리머 광도파로와 수동형 폴리머

광도파로가 나란히 배열되어 있고 도파로의 위에는 격자가 제작되어 있다. 전기광학 폴리머 광도파로의 폭과 두께는 각각  $2\ \mu\text{m}$ ,  $1.5\ \mu\text{m}$  이고, 수동형 폴리머 광도파로의 폭과 두께는 각각  $6\ \mu\text{m}$ ,  $4\ \mu\text{m}$  이며, 두 도파로 사이의 간격은  $3\ \mu\text{m}$  이다. 그리고, 전기광학 폴리머 광도파로 위에 새겨진 격자의 깊이는  $0.2\ \mu\text{m}$ , 주기는  $65.8\ \mu\text{m}$  이다. 그림 3에는 필터 특성을 측정된 결과를 나타내었다. 필터의 중심 파장은  $1512\ \text{nm}$ 이고, FWHM 대역폭은  $48\ \text{nm}$ 이다. Au를 마스크로 사용하여 제작한 도파로 패턴이 불균일하여 필터의 대역폭이 넓어졌지만, 전파 상수 차이가 많이 나는 전기광학 폴리머 광도파로와 수동형 폴리머 광도파로 사이의 격자 결합 현상을 확인할 수 있었으며, 제작 공정을 개선하여 균일한 도파로를 제작하게 되면 필터의 대역폭을 수 nm 이하로 줄일 수 있을 것이다.

참고문헌

1. R. C. Alferness, T. L. Koch, L. L. Buhl, F. Storz, F. Heismann, and M. J. R. Martyak, "Grating-assisted InGaAsP/InP vertical codirectional coupler filter," Appl. Phys. Lett., vol. 55, no. 19, pp. 2011-2013, 1989.
2. R. C. Alferness, L. L. Buhl, U. Koren, B. I. Miller, M. G. Young, T. L. Koch, C. A. Burrus, and G. Raybon, "Broadly tunable InGaAsP/InP buried rib waveguide vertical coupler filter," Appl. Phys. Lett., vol. 60, no. 8, pp. 980-982, 1992.
3. D. Marcuse, "Directional coupler made of nonidentical asymmetric slabs. Part II: Grating-assisted couplers," J. Lightwave Technol., vol. LT-5, no. 2, pp. 268-273, 1987.

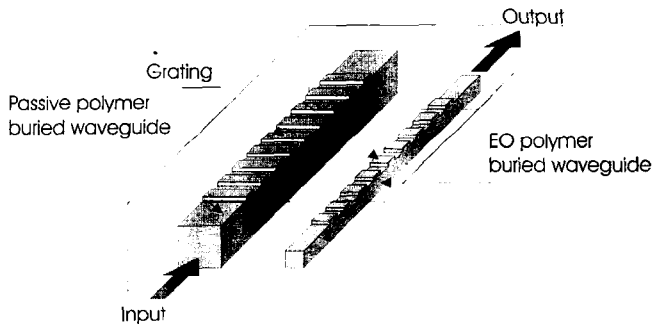


그림 1. 제안된 소자의 구조

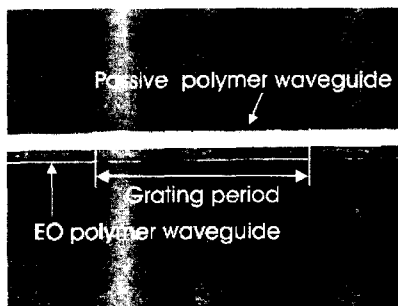


그림 2. 제작된 소자의 현미경 사진

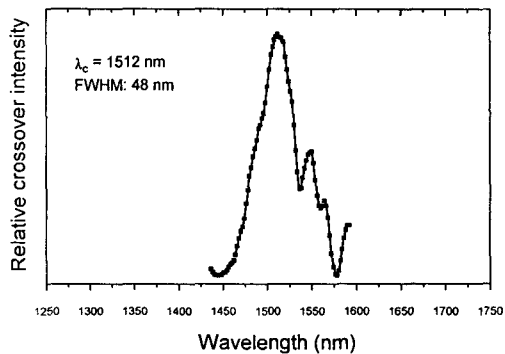


그림 3. 측정된 필터 특성